

Revista del Instituto Politécnico Nacional

Núm. 98, 2012

# COMUNICAR SUS

• Donde la ciencia se convierte en cultura •

ISSN - 16652665

## ENERGÍAS SUSTENTABLES



### Escáner

La vida con energía sostenible

### ConCiencia

Fotosíntesis artificial: ¿limitando a la naturaleza?

### Cultivarte

Papalote Verde Monterrey



¡Bienvenido@  
a vivir tu propia  
aventura espacial!

SALA DE  
ASTRO  
NOMÍA  
INTERACTIVA  
CONSTELACIONES

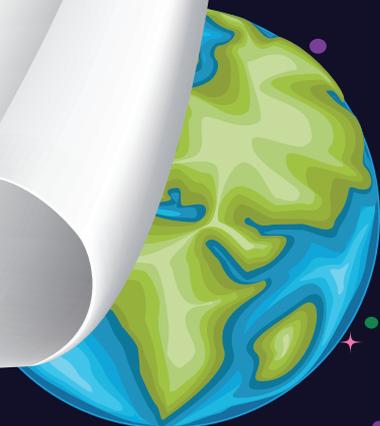
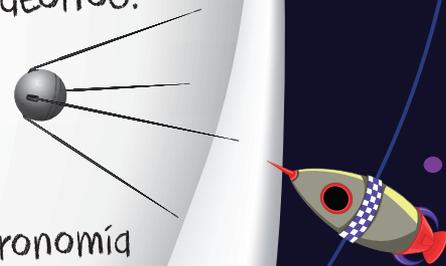


Aquí, hay naves espaciales,  
trajes y guantes de astronauta  
que puedes ponerte.

ven a viajar en el tiempo y en el espacio, conoce  
telescopios, satélites y observatorios.  
Todo esto y mucho más...

En el Instituto Politécnico Nacional  
estamos convencidos de que en esta Sala de Astronomía  
Interactiva crecerán los siguientes Neri vela,  
o tal vez nuevos astrónomos, astrofísicos,  
astroquímicos o astrobiólogos...

Porque en el Planetario "Luis Enrique Erro"  
más que vigilar a las estrellas, es vivir la Astronomía en acción.



Directorio  
Instituto Politécnico Nacional

Yoloxóchitl Bustamante Díez  
Directora General  
Juan Manuel Cantú Vázquez  
Secretario General  
Daffny J. Rosado Moreno  
Secretario Académico  
Jaime Álvarez Gallegos  
Secretario de Investigación y Posgrado  
Oscar Jorge Súchil Villegas  
Secretario de Extensión e Integración Social  
Ernesto Mercado Escutia  
Secretario de Servicios Educativos  
Fernando Arellano Calderón  
Secretario de Gestión Estratégica  
Emma Frida Galicia Haro  
Secretaria de Administración  
Cuauhtémoc Acosta Díaz  
Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación  
y Fomento de Actividades Académicas  
Salvador Silva Ruvalcaba  
Secretario Ejecutivo del  
Patronato de Obras e Instalaciones  
Adriana Campos López  
Abogada General  
Jesús Ávila Galinzoga  
Presidente del Decanato  
José Arnulfo Domínguez Cordero  
Coordinador de Comunicación Social  
Juan Rivas Mora  
Director del Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología

**Conversus**

Editora

Rocío Ledesma Saucedo

Jefe de Redacción

José Luis Carrillo Aguado

Periodistas

Jorge Rubio Galindo, Maricela Cruz Martínez

Daniel de la Torre, Fabian Quintana Sánchez

Ricardo Urbano Lemus

Diseño

Gloria P. Serrano Flores, Tzi tziqi Betzabe Lemus Flores

Jovan Campos Hernández, Rodrigo López Carmona

Diagramación

David Díaz Vázquez

Cuidado de la Edición

Alicia Lepre Larrosa

**Colaboraciones Especiales**

Gabriela Muñoz Melendez, Omar Solorza Fera

Edilso Reguera, Eduardo Montes

Ana María Cetto, Mercedes Carvallo

Wilder Chicana, Wendolyn Guerra

Isaura Fuentes-Carrera, Carlos Gutiérrez Aranzeta

**Comité Editorial**

Hernani Yee-Madeira, María de los Ángeles Valdés

Ramírez, Juan Tonda Mazón, Elaine Reynoso Haynes

Julia Tagüena Parga

**Impresión:** Impresora y Encuadernadora Progreso, S.A. de C.V. (IEPSA),

San Lorenzo Tezonco Núm. 244 Col. Paraje San Juan,

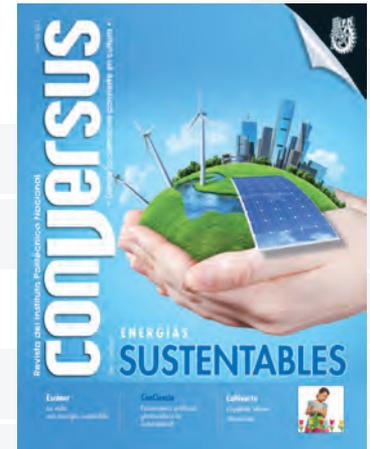
Delegación Iztapalapa, C. P. 09830, México D. F.

Tiraje: 20 mil ejemplares

**Conversus**

Es una publicación bimestral (septiembre - octubre 2012) del Instituto Politécnico Nacional, editada por el Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología (CeDiCYT) de la Secretaría de Servicios Educativos. Los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de su autor, por lo que no reflejan necesariamente el punto de vista del IPN. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando se cite explícitamente la fuente. Domicilio de la publicación: Av. Zempoltecas esq. Manuel Salazar, Col. Ex Hacienda El Rosario, Deleg. Azcapotzalco. C.P. 02420. Teléfono: (55) 57 29 60 00 ext. 64827. Correo electrónico: [conversus.design@gmail.com](mailto:conversus.design@gmail.com), Facebook: Conversus Divulgación Científica Twitter: <http://twitter.com/conversusipn> Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2001-100510055600-102. Número de Certificado de Licitud de Título 11836. Número de Certificado de Licitud de Contenido 8437, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Número ISSN 1665-2665.

# Contenido



Realización: Gloria P. Serrano Flores



## Epicentro

3

Epicentro



## Escáner

4

La vida con energía sostenible

Gabriela Muñoz Melendez



## ConCiencia

8

H<sub>2</sub> y celdas de combustible

Omar Solorza Fera

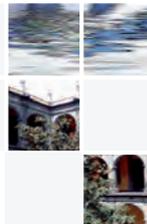


12

Fotosíntesis artificial  
¿Imitando a la naturaleza?

Edilso Reguera

Eduardo Montes



18

Con las puertas abiertas al sol

Ana María Cetto





## CultivArte

- 20 **Papalote verde Monterrey: Un museo muy energético y alternativo**  
Mercedes Carvallo



## Zona Estelar

- 24 **El cielo de noviembre y diciembre**  
Wilder Chicana Nuncebay  
Wendolyn Guerra



## Aldea Global: Gadgets

- 26 **Huellas tecnológicas**  
Fabián Quintana Sánchez



## Retratos de vida

- 28 **La sorpresa**  
Daniel de la Torre



## De qué estamos hablando

- 30 **Un mundo más agradable**  
Jorge Rubio Galindo



## Manos a la ciencia

- 31 **Dr. Trabucle**  
Carlos Gutiérrez Aranzeta  
Primo Alberto Calva

- 32 **Ciencia en cuadritos**  
Isaura Fuentes-Carrera

Recuerda que *Conversus* incluye **Realidad Aumentada**. En este número los **marcadores** los encontrarás en las **páginas: 5, 11, 19, y 31**. Instrucciones en [www.cedicyt.ipn.mx](http://www.cedicyt.ipn.mx) sección *Conversus*

## En Contacto

*Este espacio está dedicado para tus opiniones, comentarios, sugerencias y demás aportaciones que quieras hacer.*



### Facebook

Carlos Oropa  
Oigan!!! Cómo me puedo suscribir a su revista!!! Saludos, me encantó que los tomaran en cuenta para el evento del Zócalo!!!

Nat Saxosa

Ya somos dos con la misma pregunta.

### Conversus Divulgación Científica

Hola Carlos Oropa y Nat Saxosa, les agradecemos sus comentarios, y sí para nosotros fue una experiencia enriquecedora participar en la 19 Semana Nacional de Ciencia y Tecnología en el Zócalo de la Ciudad de México.

Los datos para la suscripción son: Depósito de \$418.00 (cuatrocientos dieciocho pesos) a la cuenta número 0135592267 del Banco BBV Bancomer, a nombre del IPN, Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología.

Una vez hecho el depósito mucho les agradeceremos entregar el recibo original en el área administrativa del Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología del IPN, en Av. Zempoaltecas esquina Manuel Salazar, en la Colonia ExHacienda El Rosario, muy cerca del Parque Tezozomoc, entre Aquiles Serdán y Av. de las Armas. El horario de atención es de 8 a 15 horas.

El diálogo también puede ser por:



Conversus Divulgación Científica

<http://twitter.com/conversusipn>

conversus@ipn.mx



O bien escribimos a:  
Revista *Conversus*, Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología, Av. Zempoaltecas esq. Manuel Salazar (Av Hacienda Sotelo), Col. Ex Hacienda El Rosario, Del. Azcapotzalco, 02420, D. F., México. Si lo prefieres también nos puedes llamar al teléfono: 5729-6000 ext. 64827

*¿Cuántas veces te ha pasado que estás haciendo tarea o estudiando para un examen, viendo tu programa favorito o estás más que picado jugando tu video juego preferido y... ¡se va la luz!?. Cuando no hay un servicio al que estamos más que acostumbrados, nos damos cuenta de su importancia.*

**P**arece lejano imaginar que algunas familias y poblaciones enteras carezcan de energía y sin embargo son millones de personas en situación de pobreza que no la tienen, esto no impacta sólo en sus hogares, sino en servicios tan vitales como hospitales, y por supuesto en el desarrollo social y económico.

Es un hecho que el sistema energético de manera general es ineficiente, viejo, contaminante e inseguro y no sólo en nuestro país, sino en todo el mundo, muchas son las consecuencias que lo hacen latente. La buena noticia es que aún es tiempo para actuar y que se está actuando.

Los estudios, las investigaciones, así como los diseños y desarrollos de energías alternativas, renovables y sostenibles es alentador ya que no se limita al esfuerzo de instituciones educativas y de investigación científica, sino también a la iniciativa privada y a los gobiernos de los países. Además de que las alianzas entre estos sectores permiten un mayor avance, precisión y seguridad.

Energías como la eólica, la solar, la hidráulica, la geotérmica, la mareomotriz y el uso de biomasa son cada vez más visibles. En este número de *Conversus* en particular te damos a conocer el uso del hidrógeno y de la fotosíntesis artificial.

Sin embargo, la responsabilidad es de todos. Es real el impacto que tienen los pequeños esfuerzos: apagar la luz cuando no sea necesaria, desconectar (no solo apagar) los aparatos eléctricos y usar lo menos posible el automóvil, son granitos de arena que contribuyen a este compromiso de todos.

Más allá de celebrar en el 2012 el Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos, proclamado así por la Asamblea General de las Naciones Unidas, tomemos conciencia de que no es un tema de moda, es el pacto que nos debemos y les debemos a las futuras generaciones.

*Rosío Ledesma*





Gabriela Muñoz Melendez\*

**P**ara mejorar la seguridad del abastecimiento energético y reducir las emisiones de gases con efecto invernadero, la eficiencia energética es tan importante como las fuentes de energía renovables. Desarrollar tecnologías, sistemas de vida y trabajo que ahorren energía es capital para lograr un desarrollo sostenible.

\* El Colegio de la Frontera Norte

# La vida con energía sostenible

## La discreta y ubicua presencia de la energía

Cuando uno enciende la luz en su casa, va a comprar una bebida fría a la tienda de la esquina, acude a una cita con el dentista, enciende su automóvil o se sube al metrobús, no le pasa por la cabeza concebir a la energía como cimiento de la civilización. Sin embargo, si en medio de nuestra cotidianidad nos detenemos a observar lo que nos rodea, notaremos que la energía es vital para la existencia humana porque está intrínsecamente ligada al suministro de bienes, servicios, seguridad, comodidad y esparcimiento. Si crees que exagero, te invito a que reflexiones sobre cómo llegó la comida a tu refrigerador y como éste la conserva, o cómo se produjeron, cosecharon, transportaron, procesaron y hasta cómo se cocinaron los alimentos que degustamos.

Detente a pensar, por favor, en la fuerza que transporta y purifica el agua en nuestros grifos o garrafo-nes. Considera que la energía hace posible actividades tales como ver la televisión, escuchar música, o navegar en Internet; permite el funcionamiento del aire acondicionado y la calefacción así como la iluminación en los hogares y, además, no olvidemos el transporte de personas.

Si la lista empieza a ser larga, consideremos el papel discreto pero contundente de la energía en los sectores productivos, en el comercio entre países, en la relación que



guarda la economía mundial con la industria petrolera (Hamilton, 2013).

### Una cifra breve pero contundente

Dado el papel fundamental que la energía tiene en el desarrollo de las naciones, cabe preguntarse por la situación actual del sector energético. Aunque a nivel mundial la realidad energética muestra particularidades entre países —sobre todo si éstos son desarrollados o están en vías de desarrollo— hay una constante: La dependencia casi total de los combustibles fósiles. De acuerdo con las estadísticas de la Agencia Internacional de Energía, 2010, el 80% del abastecimiento de energía primaria en los países de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), entre los que se incluye México, proviene del petróleo (36.3%), gas natural (24.5%), y del carbón (20.2%).

Esta cifra evidencia al actual sistema energético mundial como limitado por la escasez, con externalidades negativas, círculos viciosos, fallas de mercado, contaminación y competencia por recursos.

### Un futuro posible a través de la energía sostenible

Ahora bien, a futuro, el panorama que enfrentan los limitados sistemas energéticos mundiales dista de ser alentador ante la presencia del cambio climático global, la pobreza extrema, el desarrollo asimétrico, y el crecimiento poblacional acelerado. Un escenario futuro probable es que las

desigualdades energéticas entre y dentro de las naciones se acentúen de persistir el actual modelo de desarrollo energético.

Es claro que, para evitar una crisis energética debemos transformar no solamente nuestros sistemas actuales, sino la propia concepción de energía hasta ahora adoptada. Los atribulados tiempos demandan pensar en términos de *energía sostenible*, entendiéndose como tal a aquella que satisfice nuestras demandas sin comprometer las necesidades de generaciones futuras. Tal definición hasta podría parecer familiar, sin embargo en la práctica la operación del concepto abarca tantos campos que, en conjunto, rebasan nuestra inmediata cotidianidad, porque para que la energía sea sostenible tendría que atender, entre otras cosas, a que:

Los sistemas energéticos sean confiables, seguros y resistentes ante eventos climáticos extremos.

- Las fuentes de energías sean limpias y de bajo impacto ambiental, no sólo en su momento de combustión, sino en todo el ciclo de vida, desde la extracción, procesamiento, transporte hasta su uso y disposición.
- El abastecimiento de energía sea socialmente inclusivo e incorpore accesibilidad tanto física como financiera.
- La generación de energía evolucione de megainfraestructuras centralizadas basadas en combustibles fósiles a infraestructuras modulares a diversas escalas, con una mezcla heterogénea de fuentes energéticas incluidas las renovables.



## El papel de las fuentes renovables en la energía sostenible

En la actualidad, se oye mucho hablar de las fuentes renovables como la solución a los problemas energéticos que nos aquejan. Tomando cuidado de no declarar a las fuentes renovables como una panacea, es oportuno cuestionarse su contribución a la energía sostenible.

Un análisis concienzudo revela que el uso de las fuentes renovables tiene pros y contras. Las ventajas son muchas: bajas en carbono, sostenibles, nativas, ubicuas, esencialmente no contaminante —esto queda en función de su implementación.—Las desventajas son: Variabilidad, baja densidad, altos costos iniciales de implementación, y para diferentes formas de energía renovable: Contaminación visual y problemas con aves migratorias para campos eólicos, olor para la plantas de biomasa, extenso uso del suelo para campos solares, salmuera residual para campos geotérmicos (Foster, 2010).

Así, efectivamente, el uso de las energías renovables puede contribuir a transformar los sistemas energéticos actuales en sostenibles, aunque las muchas barreras de carácter institucional, legal, económico y técnico que se vislumbran deben ser vencidas.

A pesar de las barreras, o tal vez debido a éstas, el grado de desarrollo de implementación de energía renovable difiere entre países. En México, por ejemplo, para el 2030 se estima que la hidroeléctrica aumentará en 2.3% por año, en tanto que la biomasa lo hará en 3.7%, el resto



de las fuentes renovables en conjunto 5%, y dentro de este grupo la energía eólica jugará un papel relevante al doblar su contribución a la mezcla energética (Torres y Gómez, 2006). Con todo, la aportación de las fuentes renovables en México al 2030 no se estima como significativa.

Nuestro país debe dar pasos más decididos para incursionar en la explotación de fuentes de energías renovables a través de medidas financieras y regulatorias, a la vez que incorporar consideraciones sociales. En tanto eso suceder, la medida inmediata hacia la evolución energética por el rumbo sustentable se vislumbra en el incremento sustancial de eficiencia en la producción y consumo energético.

### ¿Eficiencia energética?

Tal vez para el (la) lector (a) que solidariamente me siguió hasta este momento, la mención de *eficiencia energética* no cuadra en esta discusión. Te pido paciencia para seguirme en el siguiente orden de ideas, que pretende explicar el más que relevante papel de la eficiencia energética en la evolución hacia la energía sostenible, y de paso exponer, parcialmente, la razón por la cual la asimilación de tecnologías, fuentes y sistemas que nos alejan de los combustibles fósiles ha sido lenta.

Sugiero empezar a explorar la segunda idea, para tal efecto tomemos al petróleo como epítome de los combustibles fósiles, y así poder visualizar fácilmente las muchas maneras en que es usado. Un breve recuento nos guía hacia la manufactura de bienes de consumo —ropa sintética, farmacéuticos, compuestos químicos, asfalto para caminos— o el transporte de bienes, o bien a la producción alimentaria —arado, cosecha, control de plagas, irrigación— o la operación de equipo industrial, de construcción y extracción.



Ciertamente, se concede que hay maneras de sustituir el uso de petróleo en algunas situaciones; no obstante es necesario reconocer que actualmente existen miles de millones invertidos en maquinaria de uso exclusivo del petróleo. Con esta consideración es fácil visualizar el porqué una sustitución completa de desplazamiento de petróleo se hace lenta (Tverberg, 2012). Ante tal situación, la única salida es el uso eficiente de la maquinaria, infraestructura, y sistemas diseñados para uso exclusivo de combustibles fósiles.

Hay que admitir que, a diferentes niveles, dependiendo del país, existen programas de eficiencia energética en los diversos sectores, por ejemplo: en el residencial, servicios de iluminación y bombeo de agua, transporte, industria (cogeneración, equipo y maquinaria), y en el inmobiliario. En el caso de México, el ahorro acumulado a 2026 podría ascender a 2,472 TWh (1 TW equivale a un billón de vatios). En términos porcentuales, se espera una reducción del consumo final energético entre 10% —escenario inercial— y 15% —escenario ENE (Estrategia Nacional de Energía 2012-2026)— para ese año (SENER, 2012).

Dicho sea de paso, la eficiencia en la producción y uso de energía debe ir más allá de ser un antecedente para la adopción de fuentes alternas o innovación tecnológica, y convertirse en una cultura de uso respetuoso de recursos, reconociendo que no podemos tener un crecimiento positivo infinito basado en recursos finitos.

### Reflexiones finales

El reto de transformar los sistemas energéticos actuales en sostenibles es formidable porque los cambios se dan en sistemas imprescindibles para promover el crecimiento económico y social. Sistemas que, adicionalmente cuentan con una creciente demanda, resultan en un estrés cada vez mayor para el medio ambiente, un medio cambiante por la prevaleciente presencia del cambio climático que vuelve

altamente vulnerable las estructuras energéticas actuales. Irónicamente, el fenómeno climático tiene a su vez una relación inequívoca con emisiones generadas por el consumo de combustible fósiles cuyo mayor usuario es el sector energético.

Este círculo vicioso no parece mostrar señales de desaceleración ni resquebrajamiento. Para los próximos 25 años, la Agencia Internacional de Energía de la OCDE estima que la demanda total de energía a nivel mundial se incrementará en casi un tercio. Esto implica que la inversión total en infraestructura energética deberá superar los 38 mil millones de dólares. En México, para el periodo 2012-2026, se considera un incremento de la demanda energética de 3.4% promedio anual, que deberá ser acompañado de una ampliación y modernización de la red de infraestructura eléctrica y de hidrocarburos (SENER, 2012).

La energía sostenible es aún una asignatura pendiente y cada vez más apremiante. Si bien en la actualidad ya existen medidas de implementación de eficiencia energética e introducción de energías renovables, éstas todavía no logran transformar al sector. Necesitamos un punto de quiebre donde se cambie de manera irreversible, profunda, creativa y evolutiva los sistemas energéticos a fin de promover energía y un futuro sostenible para todos.

### Referencias

- Foster R. Ghassemi M., y A. Cota, Renewable energy and the environment, 2010, FL, CRC Press, Boca Raton.
- Hamilton J. D., *Historic oil shocks*, en Parker R. E. y R. W. Whaples (editors), The Routledge handbook of major events in economic history, se publicará en abril 2013, Routledge.
- Secretaría de Energía (SENER), Estrategia Nacional de Energía 2012-2026, 2012, México.
- Torres, R. F. y M. M. Gómez, Renewable energies for sustainable development in Mexico, 2006, Mexico, DF, SENER and GTZ.
- Tverberg G., 2012, Evidence that oil limits are leading to limits to GDP growth. The Oil drum, en [www.energybulletin.net/stories/2012-07-20/evidence-oil-limits-are-leading-limits-gdp-growth](http://www.energybulletin.net/stories/2012-07-20/evidence-oil-limits-are-leading-limits-gdp-growth)





Omar Solorza Feria\*

**S**i hoy tomamos las decisiones correctas, las futuras generaciones podrán respirar aire más limpio, beber agua más pura y tener sus casas iluminadas con energía limpia producida por medio del hidrógeno.

Profesor-investigador, Depto. Química, Cinvestav, IPN\*

# $H_2$ y celdas de Combustible

## Población mundial y consumo de energía

Se ha observado, desde la Revolución Industrial, un notorio incremento de la población mundial y se estima que así continuará durante las siguientes décadas. Actualmente, ya somos alrededor de 7 000 millones de habitantes y en tres décadas llegaremos a ser 9 000 millones aproximadamente. Ahora bien, todos necesitamos consumir energía, y esta energía proviene de la combustión de combustibles fósiles —madera, carbón, petróleo o gas natural— por ello, entendemos que la energía es fuente de vida para la sociedad y su economía. Es sabido que la gran mayoría de los combustibles que utilizamos son hidrocarburos de alto valor energético, pero su combustión no sólo introduce una variedad de contaminantes a la atmósfera sino grandes cantidades de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) —por cada átomo de carbón que transformamos en energía, emitimos una molécula de  $CO_2$ — y además no son renovables, la cantidad que de éstos podemos obtener es limitada.

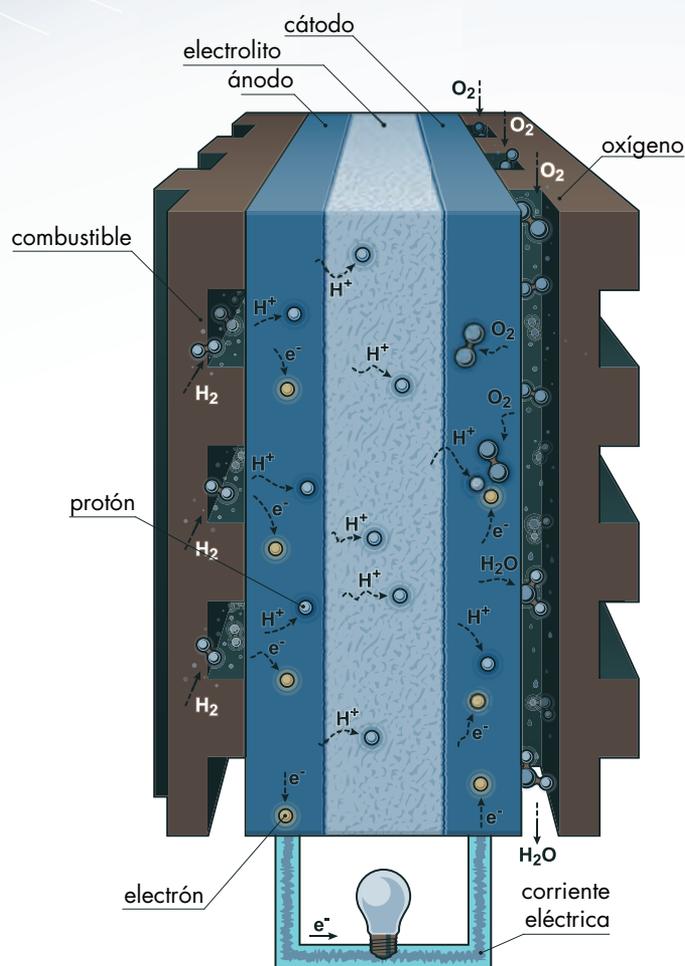
En los países desarrollados el consumo de energía eléctrica es mayor que en los menos desarrollados y, correlativamente, sus emisiones de  $CO_2$  son también mayores; no obstante, cada habitante de la Tierra emite en promedio alrededor de 3 kg de  $CO_2$  por día. A esto hay que agregar que, mientras la población mundial crece a un ritmo de 1.4% anual, en promedio, la demanda energética es alrededor de 1.7%, promedio; es decir, que la demanda de energía supera al aumento de la población en términos planetarios.

Además, nos enfrentamos al hecho de que si continuamos con este ritmo de vida consumiremos o agotaremos las fuentes de energía no renovables con lamentables consecuencias. Es necesario, entonces,



redireccionar la generación de energía hacia las fuentes renovables en el marco del desarrollo sustentable. ¿Qué significa esto? Que debemos tener la capacidad de cubrir nuestras necesidades energéticas, con una adecuada calidad de vida, sin comprometer la de las futuras generaciones.

Sin embargo, hay que destacar que, el incremento de la demanda de energía eléctrica y los problemas asociados a la contaminación ambiental han contribuido al desarrollo de nuevas tecnologías tanto para generarla como para almacenarla. Por ello las energías renovables, como la solar y la eólica, emergen como fuentes sustentables para crear tecnologías limpias y amigables con el medio ambiente. No obstante, hay retos: Uno de los principales desafíos para el uso extensivo de las energías renovables es la variabilidad de las condiciones de su aprovechamiento —por ser intermitentes y regionales— sujetos a cambios atmosféricos y a las estaciones del año. Otro es la posibilidad de convertir y almacenar las energías renovables con el fin de proveer una fuente uniforme, así como convertirlas en energía química para utilizarla en diferentes aplicaciones.



CELDA DE COMBUSTIBLE

### Celda de combustible

El hidrógeno ( $H_2$ ), es un gas incoloro, inodoro, insípido; se caracteriza por ser el elemento más abundante en el Universo y limpio porque no emite  $CO_2$  en su utilización.

No es fuente primaria de energía, tampoco es un combustible que podamos extraer directamente de la tierra como el gas natural. Pero sí se puede producir a partir del agua, comprimir y almacenar por horas, días, e incluso meses. El  $H_2$  representa energía almacenada: se puede quemar como cualquier combustible para producir calor, impulsar un motor o generar electricidad en una turbina. Pero la celda de combustible es la manera más limpia, versátil y eficiente de utilizarlo.

Veamos: Según los especialistas el  $H_2$  es la energía química renovable —la energía química es la que producen las reacciones químicas que desprenden calor o en su defecto desarrollan algún tipo de movimiento o de trabajo— que podemos almacenar y transformar en energía eléctrica, posee el más alto contenido energético por unidad de peso que cualquier otro combustible conocido, y como tal puede usarse en una estufa, en un motor de combustión interna, o de manera eficiente en una celda de combustible.

Ahora bien, ¿qué es una celda de combustible? Al igual que una batería de plomo-ácido, es un dispositivo electroquímico generador de energía; la diferencia entre ambos dispositivos es que mientras en la batería los reactivos se encuentran contenidos en celdas individuales, en las celdas de combustible están fuera y se suministran en función de los requerimientos.

¿Qué sucede en la celda de combustible? En una sola etapa la energía química (combinación de  $H_2$  y oxígeno ( $O_2$ ) electroquímicamente) se transforma en energía eléctrica, produciendo además de vapor de agua, calor que constituye una parte esencial del proceso de conversión. A este proceso se le llama electrolisis inversa. La eficiencia alcanzada en la producción de electricidad con celdas de

combustible excede a aquellas que utilizan los métodos convencionales debido a que no existe combustión ni emisión de gases de efecto invernadero. Este ciclo se convertirá en el corazón y el alma de nuestra economía energética del futuro y tal vez durante todo el periodo de nuestras vidas.

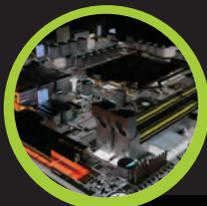
La tecnología de las celdas de combustible está muy desarrollada, y existen varias clasificaciones en función de los diferentes tipos de oxidantes, electrolitos, electrocatalizadores, temperatura de operación, entre otros, así como de sus variadas aplicaciones. Sin embargo, en la actualidad hay un marcado interés en el transporte enfocado a la celda de combustible con membrana polimérica que utiliza como

combustible el  $H_2$ , como oxidante el  $O_2$  del aire y como electrolito una membrana con conducción protónica.

La composición de la celda de combustible más sencilla consiste de dos electrodos separados por un electrolito. El  $H_2$  es alimentado en el ánodo y el  $O_2$  en el cátodo. Entre ambos electrodos porosos se tiene una membrana que actúa como electrolito, y donde se encuentran adheridos materiales electrocatalizadores, lugar de la reacción de oxidación del  $H_2$  y la de reducción de  $O_2$ .

Los protones productos de la oxidación se transportarán a través de la membrana y los electrones fluirán al circuito externo produciendo una corriente eléctrica que llegará al

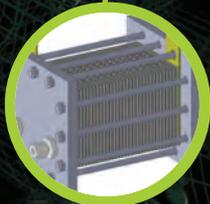
Tanque de almacenamiento de hidrógeno



Unidad de control de poder



Banco de Baterías



Celdas de hidrógeno



Motor eléctrico

cátodo, allí se recombinará con los protones transportados en la membrana y con el  $O_2$  para formar una molécula de agua  $H_2O$ . Simultáneamente a las reacciones electroquímicas para producir energía eléctrica se libera otra gran cantidad de energía pero en forma de calor.

Un vehículo con celda de combustible funcionando con  $H_2$  tiene casi el doble de eficiencia que otro de combustión interna a base de gasolina. Debido a su gran potencial comercial, un buen número de compañías automotrices se dedican al diseño y construcción de vehículos con base en hidrógeno o de otro combustible como el metanol. Pero aún no se han resuelto todas las barreras técnicas en la ingeniería práctica sobre el uso de las celdas de combustible tanto estacionarias como vehiculares. Existen todavía obstáculos técnicos y económicos que deben ser superados como la disminución de la cantidad de catalizadores con base en platino utilizados como electrodos, y la fabricación de membranas estables a altas temperaturas, además del desarrollo de una tecnología segura y efectiva.

Ahora bien, otra fuente de energía alternativa promisoría es la biomasa y su conversión en electricidad vía las

celdas de combustible microbianas, aquí se utilizan como catalizadores a microorganismos que llevan a cabo con alta eficiencia la conversión por oxidación anaerobia de la energía química de los sustratos orgánicos —provenientes de descargas domésticas, industriales y animales— directamente en electricidad.

En síntesis, la tecnología  $H_2$ -celda de combustible es muy prometedora para la generación de energía limpia y sustentable con el ambiente, ya que no requiere de combustibles fósiles y no se encuentra limitada por los cambios climáticos ni por las estaciones del año.

Es nuestra responsabilidad plantearnos cómo será nuestra sociedad en 20 ó 30 años teniendo en cuenta que los hidrocarburos son limitados y es imperioso obtener y explotar las fuentes de energía renovables a tiempo y de manera eficiente en términos energéticos. Vivimos la llamada era de la Revolución del Hidrógeno, donde ya existen perspectivas para la producción, almacenamiento, distribución, proyectos demostrativos y aplicaciones del más sencillo de todos los elementos químicos: el hidrógeno, portador energético del siglo XXI, en tanto el dominio y liderazgo de la producción de energía eléctrica será la utilización del  $H_2$  en las celdas de combustible.





Edilso Reguera\*  
Eduardo Montes\*\*

**L**a fotosíntesis artificial intenta mimetizar a la naturaleza en lo referente a lograr una conversión directa de la energía de radiación solar en energía química. Esto no significa que se pretenda reproducir la fotosíntesis natural. El desarrollo alcanzado por la ciencia de los materiales, en su sentido más amplio, incluidos los híbridos inorgánico-orgánicos, nos plantea el reto de desarrollar una tecnología para obtener un combustible a partir de agua y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), utilizando radiación solar como fuente primaria de energía.

\*Investigador en CICATA Legaria, IPN

\*\*Estudiante de doctorado en CICATA Legaria, IPN

### Fotosíntesis natural

La noción más simple del proceso de fotosíntesis es la siguiente: Las plantas verdes a partir de la energía luminosa transforman el agua y el  $\text{CO}_2$  en oxígeno y sustancias orgánicas ricas en energía: NADPH, ATP, glucosa. Visto así, podríamos pensar que en este proceso están los orígenes de la vida, pues a partir de materia inorgánica, agua y  $\text{CO}_2$ , es posible formar materia orgánica. La situación no es tan simple porque las plantas y otros organismos en los cuales es posible dicha transformación son también sistemas vivos. La vida necesita una fuente de energía y el Sol es la única fuente siempre disponible. Como es sabido, la vida en la Tierra empezó en el agua, y las plantas no fueron los únicos organismos vivos que aprendieron a utilizar energía solar, también lo hicieron las algas, que son los seres vivos más antiguos, las cianobacterias, y muchos otros.

Podemos decir que, la fotosíntesis hizo habitable nuestro planeta, sin ésta sería quizá muy parecido a Marte. ¿Por qué? Porque los organismos

# Fotosíntesis artificial

## ¿Imitando a la naturaleza?



primitivos con actividad fotosintética aumentaron las concentraciones de oxígeno atmosférico, ello dio lugar a la vida multicelular compleja incluido el hombre. Esto permitió que las especies acuáticas pudieran adaptarse y colonizar el medio terrestre, ya que la existencia de oxígeno permitió crear la capa de ozono: Escudo contra la radiación ultravioleta procedente del Sol. Por lo tanto, la fotosíntesis oxigénica fue el más grande de los desarrollos evolutivos del metabolismo microbiano ya que mediante ésta la molécula de agua se rompe para liberar oxígeno a la atmosfera, y ello cambió para siempre el medio ambiente en la Tierra.

Ahora bien, el sistema de la fotosíntesis oxigénica está formado por dos subsistemas complementarios: Fotosistema I y fotosistema II. El fotosistema I actúa como una especie de antena que captura la radiación luminosa a través de pigmentos denominados clorofilas, que convierten la energía electromagnética en energía química por medio de la excitación de estados electrónicos de las moléculas que lo forman, y generan un flujo de electrones hacia el fotosistema II a través de cadenas proteínicas. En ese tránsito los electrones van entregando energía al formar moléculas que la acumulan como ATP y NADPH. Estas moléculas *alimentan* la síntesis de los azúcares que requieren los organismos para crecer y multiplicarse.

El fotosistema II tiene sus propias moléculas antena para captar luz generando estados electrónicos excitados que inducen la ruptura de la molécula de agua en oxígeno (O<sub>2</sub>), 2H<sup>+</sup> (2 protones) y 2e<sup>-</sup> (2 electrones) (figura 1).

Existe otra fase de este proceso llamada oscura porque no requiere de energía solar para realizarse. Aquí, la planta capta CO<sub>2</sub> atmosférico y recurre a la energía acumulada en forma de ATP y NADPH para su reducción. Se forman moléculas orgánicas a través de un mecanismo conocido como Ciclo de Calvin. Para la formación de moléculas nitrogenadas la fuente de nitrógeno son nitratos y/o nitritos que la planta adquiere por sus raíces, y lo mismo ocurre para la formación de moléculas que contienen azufre, para las cuales se utiliza la reducción de sulfatos.

### Combustibles fósiles y su explotación industrial

La teoría más aceptada sobre el origen del petróleo, carbón, gas natural y otros hidrocarburos considera que estos surgieron a partir de zooplancton y algas depositados durante la era terciaria, hace más de 65 millones de años, en el fondo de los mares y de restos de plantas y microorganismos en zonas lacustres del pasado geológico. En esencia esta teoría supone que los hidrocarburos se originaron de materia orgánica producida a través del proceso de fotosíntesis.

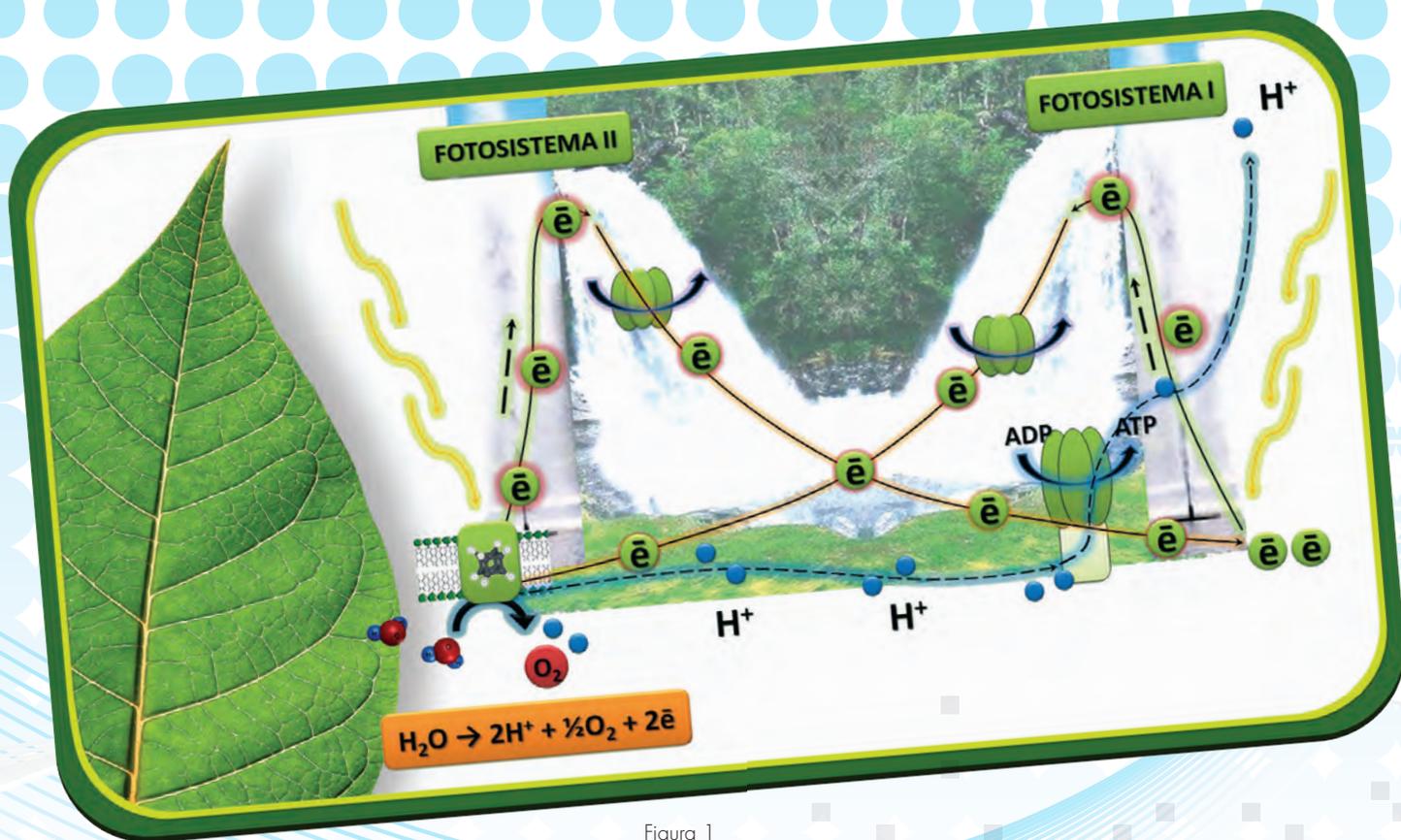


Figura 1

Hoy, más del 80% del consumo mundial de energía proviene de los combustibles fósiles y, como ya hemos visto, son una fuente de energía no renovable que, a la inversa del proceso de fotosíntesis natural, emite a la atmósfera gran cantidad de  $\text{CO}_2$ , gas de efecto invernadero, que actualmente alcanza los 390 ppm, responsable en gran medida del calentamiento global y de los cambios climáticos relacionados. A ello se agrega que el actual consumo global de energía es cercano a los 15 TW (terawatts) y que para el 2050 el pronóstico es que se duplique. De esos 15 TW, el 86% se obtiene a partir de petróleo, carbón y gas natural, el 6% en centrales nucleares y el 8% de fuentes renovables como la biomasa, hidroeléctrica, fotovoltaica, eólica, geotérmica, marea-mecánica. Además, y correlativamente, las emisiones de  $\text{CO}_2$  también aumentarán el 130% de aquí a 2050 de acuerdo con la Agencia Internacional de Energía.

Todo ello sugiere la conveniencia de desarrollar las tecnologías de energías renovables y reducir

progresivamente la dependencia de los combustibles fósiles como fuente de energía. La única forma viable de que dispone la sociedad para satisfacer la creciente demanda de energía, sin alterar el hábitat natural de las especies que cohabitamos el planeta, es cosechar directamente parte de la energía que recibimos en forma de radiación solar. Cada día llegan a la Tierra 165 mil TW de energía en forma de radiación solar. Existen varias opciones cuya explotación está en diferentes estadios de desarrollo, entre éstas, fotovoltaica, termosolar, y más recientemente, la fotosíntesis artificial.

### Fotosíntesis artificial

Por fotosíntesis artificial debemos entender la conversión directa de energía de radiación solar en energía química. Esto es, producir combustible a partir de radiación solar, agua y  $\text{CO}_2$  tal como lo hace la naturaleza, pero utilizando dispositivos desarrollados por el hombre que bien podríamos llamar *hojas artificiales* (figura 2). En las últimas dos décadas se ha acumulado información científica acerca de la manipulación de estructuras inorgánicas, orgánicas e híbridas inorgánica-orgánicas desde nivel atómico, en lo que se denominan nanotecnologías. En ese sentido no está lejos el día en que podamos construir sistemas complejos con la funcionalidad y adaptabilidad que caracterizan a los biológicos como mimetizar el proceso de fotosíntesis natural. Sin embargo, quienes intentan implementar procesos de fotosíntesis artificial para cosechar energía solar y convertirla en combustible, no lo hacen tratando de mimetizar los complejos procesos que a nivel molecular tienen lugar en la fotosíntesis natural.

El proceso de fotosíntesis natural puede subdividirse en dos eventos principales: ruptura de la molécula de agua en  $\text{O}_2$ ,  $2\text{H}^+$  y  $2\text{e}^-$ , acompañado de la necesaria separación de cargas (figura 3), y luego la captura y reducción del  $\text{CO}_2$  para generar glucosa.

Existen actualmente dos tendencias en lo referente a desarrollar procesos de fotosíntesis artificial: a) quienes considerando que la etapa decisiva y que almacena mayor

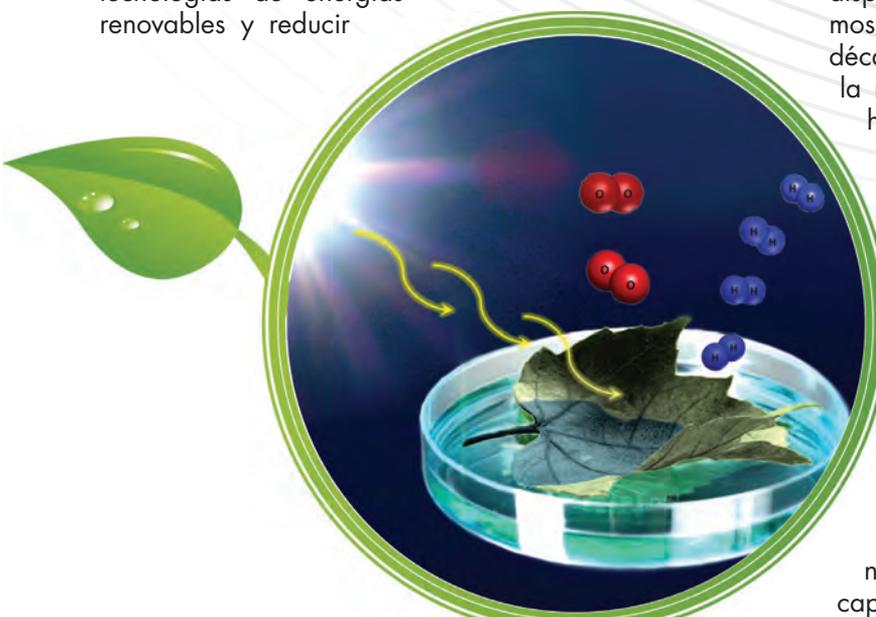


Figura 2



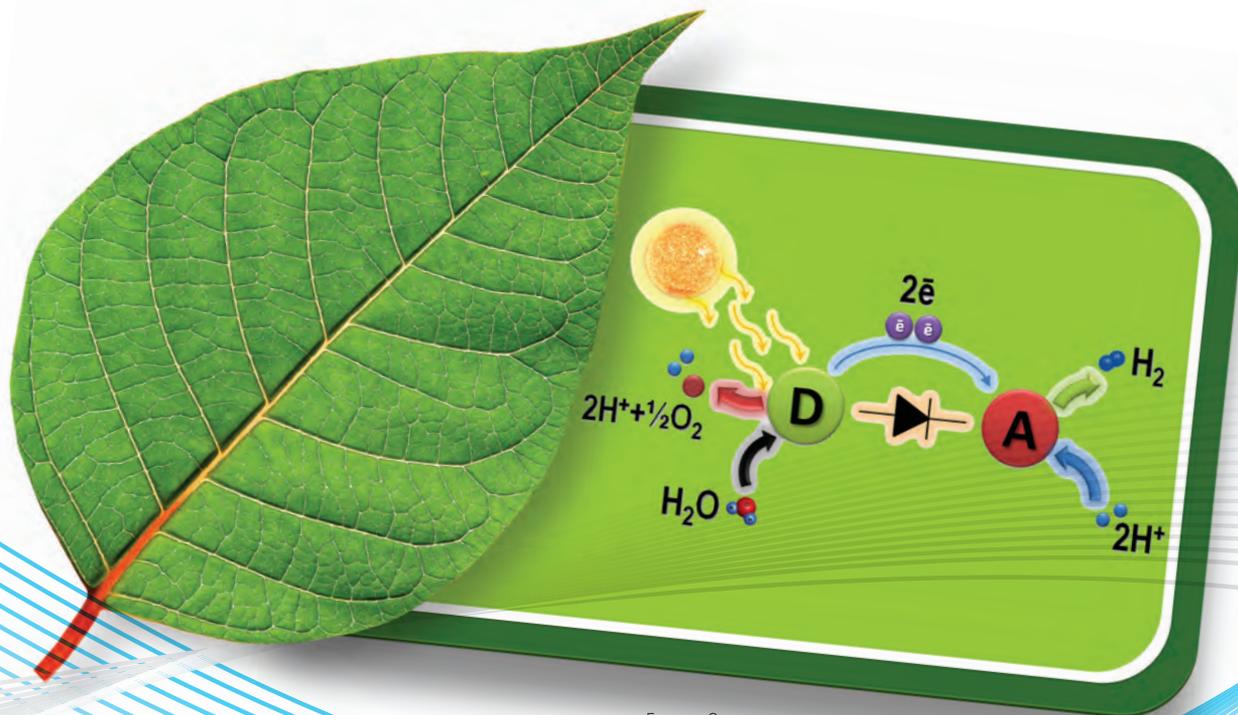


Figura 3

contenido de energía es la ruptura de la molécula de agua para producir  $H_2$  y  $O_2$  (figura 2), prestan atención a desarrollar catalizadores apropiados para facilitar la ruptura del agua usando radiación solar, lo cual sugiere encontrar también una forma tecnológica y económicamente viable para almacenar  $H_2$ ; b) aquellos que trabajan en la búsqueda de un proceso más cercano a la fotosíntesis natural en términos del resultado final, en particular, obtener hidrocarburos y alcoholes ligeros a partir de agua y  $CO_2$  usando radiación solar como fuente de energía.

Una vez que se produce el hidrógeno habría que utilizarlo *in situ* para producir energía eléctrica empleando dispositivos conocidos como celdas de combustible o almacenarlo. Esto explica el interés en desarrollar una tecnología apropiada para almacenar hidrógeno, un reto también para la ciencia y la tecnología de nuestra época. Una opción es utilizar el hidrógeno generado para reducir  $CO_2$  previamente capturado de algún efluente industrial, por ejemplo, termoeléctricas, fábricas de cemento, para producir un alcohol, de más fácil almacenamiento que el hidrógeno. En este caso la energía almacenada en el hidrógeno es transferida al alcohol (figura 4). La posibilidad de producir hidrógeno y emplearlo como vector energético tiene el atractivo de que es un combustible libre de carbono, cuyo subproducto de oxidación, combustión, es agua pura. Además, la oxidación del hidrógeno libera 142 KJ/g de energía, tres veces el valor que se obtiene de la gasolina (47.5 KJ/g).

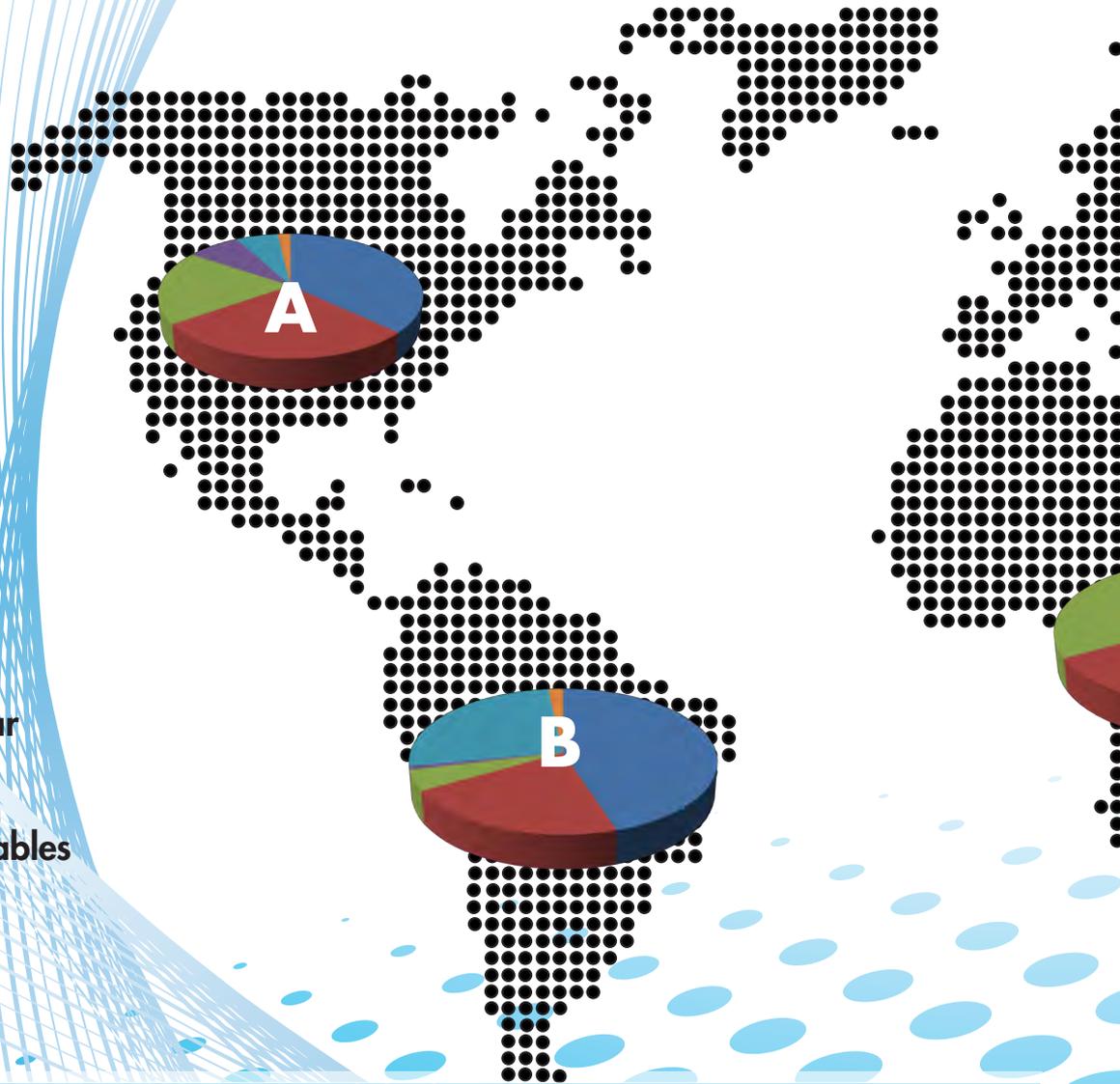
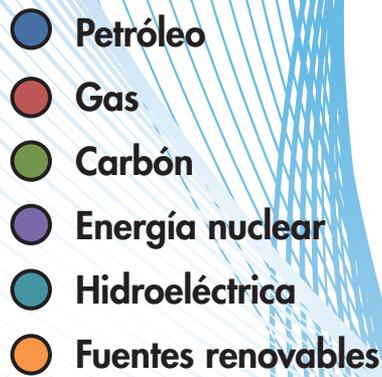
Respecto al segundo proceso, producción de moléculas orgánicas a partir de agua y  $CO_2$  utilizan-

do radiación en la región UV-vis, la complejidad es mucho mayor, como se ha indicado, y esto explica que los rendimientos hasta ahora obtenidos resulten muy bajos, no superior al 2%, y la eficiencia en términos de conversión de energías carentes de interés práctico, por el momento. Estos son procesos relativamente poco documentados en la literatura y a los cuales se ha prestado poca atención. La situación podría ser muy diferente dentro de una década debido al interés práctico de éstos, la urgencia de encontrar vías para reducir la emisión de  $CO_2$  a la atmósfera a fin de reducir su impacto en el cambio climático, y el interés que la comunidad científica presta a estos problemas. Mediante la fotosíntesis artificial será posible producir combustibles a partir de agua y  $CO_2$  utilizando radiación solar como fuente primaria de energía.



Figura 4

# Distribución regional



## Consumo en toneladas de petróleo

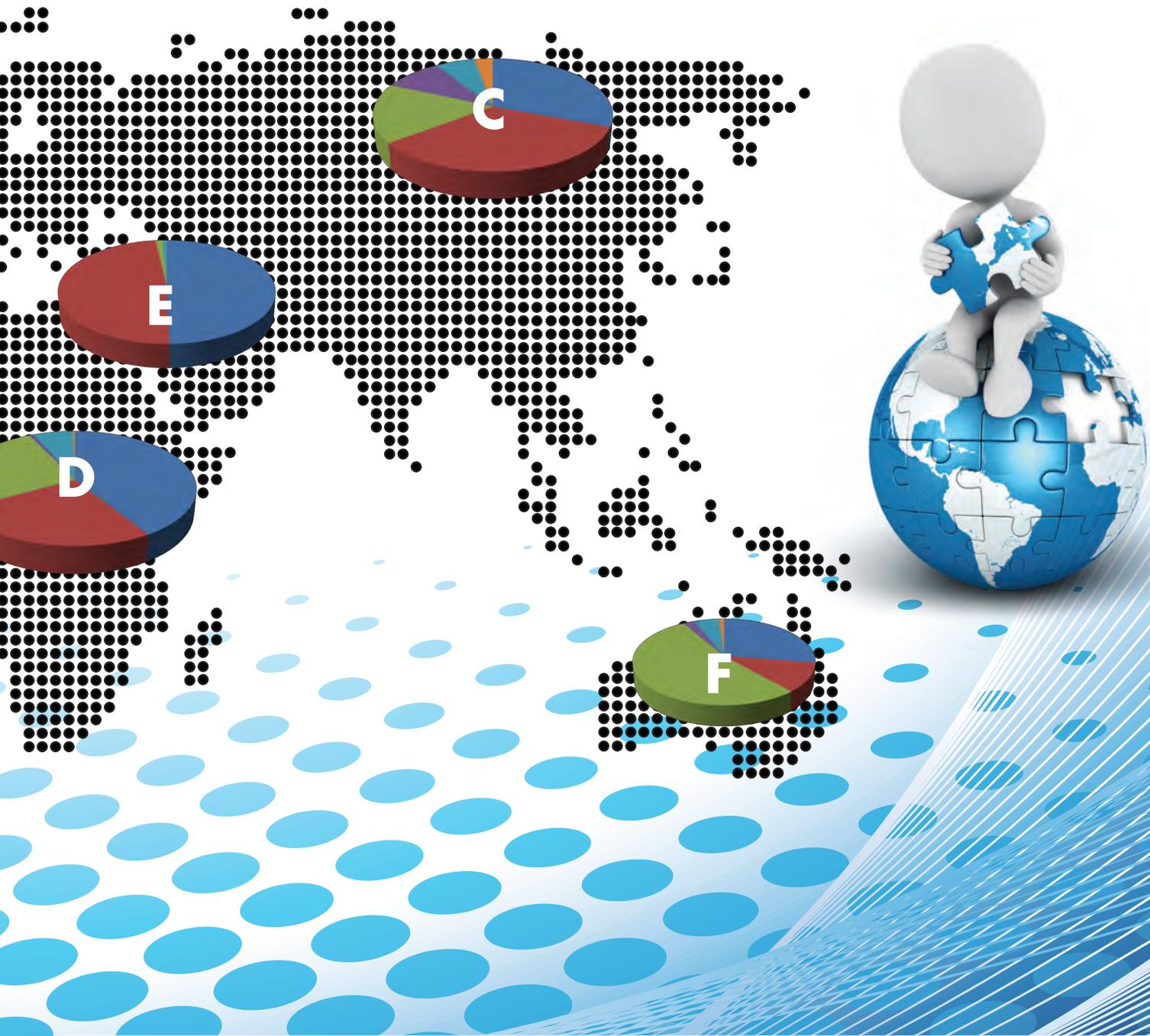
Región	Petróleo	Gas	Carbón	Energía nuclear	Hidroeléctrica	Fuentes renovables	Totales
Norteamérica	1026.4	782.4	533.7	211.9	167.6	51.4	2773.4
Centro y Sudamérica	289.1	139.1	29.8	4.9	168.2	11.3	642.4
Europa y Eurasia	898.2	991	499.2	271.5	179.1	84.3	2923.3
Medio Oriente	371	362.8	8.7	0.04	5	0.1	747.64
África	158.3	98.8	99.8	2.9	23.5	1.3	384.6
Asia Pacífico	1316.1	531.5	2553.2	108	248.1	46.4	4803.3

## Porcentajes

Región	Petróleo	Gas	Carbón	Energía nuclear	Hidroeléctrica	Fuentes renovables	Totales
Norteamérica	37.01	28.21	19.24	7.64	6.04	1.85	100.00
Centro y Sudamérica	45.00	21.65	4.64	0.76	26.18	1.76	100.00
Europa y Eurasia	30.73	33.90	17.08	9.29	6.13	2.88	100.00
Medio Oriente	49.62	48.53	1.16	0.01	0.67	0.01	100.00
África	41.16	25.69	25.95	0.75	6.11	0.34	100.00
Asia Pacífico	27.40	11.07	53.16	2.25	5.17	0.97	100.00

"Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2012"

# de consumo de energía por tipo



- A** Estados Unidos, Canadá y México.
- B** Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Trinidad y Tobago, Venezuela, otros países de Centro y Sudamérica.
- C** Azerbaiyán, Dinamarca, Federación de Rusia, Italia, Kazajistán, Noruega, Reino Unido, Rumania, Turkmenistán, Uzbekistán, otros países de Europa y Eurasia.
- D** Argelia, Angola, Chad, Egipto, Gabón, Guinea Ecuatorial, Libia, Nigeria, Rep. Del Congo (Brazzaville), Sudán y Sudán del Sur, Túnez, otros países de África.
- E** Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Irán, Iraq, Kuwait, Omán, Qatar, Siria, Yemen, otros países de Medio Oriente.
- F** Australia, Brunéi, China, India, Indonesia, Malasia, Tailandia, Vietnam, otros países de Asia Pacífico.



Ana María Cetto\*

**E**l Sol es una estrella, porque brilla con luz propia, se encuentra en el centro del sistema solar, por sí solo representa alrededor del 98.6 por ciento de la masa de éste y constituye la mayor fuente de radiación electromagnética del sistema planetario. La energía del Sol, en forma de luz solar, sustenta casi todas las formas de vida en la Tierra a través de la fotosíntesis, y determina el clima y la meteorología.

\*Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México

### No hay mal que por bien no venga...

Quizás algunos de nuestros jóvenes lectores hayan disfrutado de una visita —ya sea animados por iniciativa propia o llevados en grupo escolar— al Museo de la Luz, en el Centro Histórico de la ciudad de México. Este museo o centro interactivo de ciencia fue inaugurado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en 1996 y estuvo hasta fines de 2010 en la que fuera su primera casa, el antiguo Templo de San Pedro y San Pablo. No obstante, y por la circunstancia histórica de que en el año 1824 tuvieron lugar justo ahí las sesiones del Congreso que redactó la primera Constitución del México Independiente, se resolvió, en el marco de los festejos del Bicentenario, destinar ese hermoso recinto a un Museo de las Constituciones. Ello significó el traslado del Museo de la Luz a la acera de enfrente, para alber-

# Con las puertas abiertas al Sol

garlo en el patio chico del Antiguo Colegio de San Ildefonso donde, hasta hace poco, se encontraba la Filmoteca de la UNAM. La nueva casa es también un hermoso edificio colonial, pero naturalmente de características muy diferentes al anterior (figura 1).

Qué mejor oportunidad entonces para revisar el proyecto que dio origen al Museo y aprovechar para renovarlo tanto en contenidos como en museografía. Aparte de concretar algunas de las ideas originales —que por falta de espacio y de tiempo se quedaron en el tintero hace 16 años— se tiene la posibilidad de introducir nuevos temas de particular interés y de relevancia actual. Uno de éstos que desde siempre ha cautivado al público —y que no logró quedar plasmado en el proyecto original como debiera o como sus creadores hubiéramos deseado— es el del Sol y la luz solar. La preocupación reinante por las energías renovables y la creciente conciencia de que el Sol es, entre otras cosas, fuente inagotable de energía nos dan razones más que suficientes para, esta vez sí, “meter” al Sol de lleno en el nuevo Museo de la Luz (figura 2).

En los siguientes párrafos se presentan algunos conceptos fundamentales, a manera de propuesta, sobre cómo lograr dicho propósito. Quizás en esta ocasión también lo que se propone no alcance a concretarse en su totalidad en el nuevo museo. No obstante, se expone de todas maneras, como meras posibilidades, como parte del proceso onírico que significa la etapa de conceptualización

de un proyecto. ¿Qué partes de este sueño se convertirán en realidad? Solo el tiempo lo dirá. Esperamos que nuestros lectores visiten, llegado el momento, el nuevo Museo de la Luz para ser testigos de esta conversión. Mientras tanto, no dejen de visitar el Museo en su versión actual, que mucho tiene que ofrecer.

### Homenaje al Sol en el renovado Museo de la Luz

Por tratarse de un Museo que, aunque “monotemático”, es manifiestamente multidisciplinario, en homenaje al Sol y a la luz solar contempla el desarrollo de las siguientes áreas temáticas:

- El Sol como fuente de luz
- El Sol fuente de calor y movimiento
- El Sol fuente y motor de vida
- El Sol fuente de energía
- El Sol objeto de mitos y creencias
- El Sol fuente de belleza e inspiración

#### El Sol como fuente de luz

El Sol es fuente casi infinita de luz. Ninguna fuente artificial de luz, ni todas juntas puestas sobre la superficie del planeta llegan a competir con la cantidad de luz que, día con día, recibimos del Sol.

#### El Sol fuente de calor y movimiento

La radiación solar porta gran cantidad de energía, fuente importante de calor y movimiento. Las diferencias de temperatura que se generan sobre la superficie del planeta, tales como las diurnas y las estacionales, dan lugar a las corrientes oceánicas, los vientos,

los huracanes, la formación de nubes y otros fenómenos meteorológicos que mueven masas importantes de aire y agua.

### El Sol fuente y motor de vida

Sin la luz y el calor solar no habría vida en el planeta. La fuente primaria de energía que emplean los organismos vivos, desde los hongos y bacterias hasta el hombre y los grandes mamíferos, es la luz solar. La energía luminosa es captada por las algas, bacterias y plantas verdes, transformada y almacenada como energía química mediante el proceso fotosintético. Es esta energía química la que nos permite movernos, crecer y reproducirnos; en suma, es la que mantiene y sostiene la vida en la Tierra (figura 3).

La luz solar sirve también para marcar el paso del tiempo, es la responsable de los ciclos biológicos de plantas y animales. Desde épocas muy remotas el hombre ha empleado esta

luz —o mejor dicho la sombra que proyecta una aguja— como manecilla que marca con precisión el paso de las horas en función del tránsito del Sol por el cielo.

### El Sol fuente de energía

La radiación solar que incide sobre la superficie del planeta es una fuente inagotable de energía, superior en cantidad a cualquiera de las otras fuentes energéticas disponibles (figura 4). Sin embargo, estamos aún muy lejos de aprovechar este tesoro para cubrir las necesidades energéticas, particularmente en nuestro país. En cambio, seguimos dependiendo de fuentes no renovables como el petróleo y el gas, y agotándolas a pasos agigantados (figura 5). La cantidad de radiación solar que incide sobre el territorio mexicano es razón de más para promover el desarrollo de las tecnologías orientadas a un uso eficiente de la energía solar (figura 6).

### El Sol objeto de mitos y creencias

Por los siglos de los siglos el Sol ha sido fuente primordial de mitos y creencias. Ha sido también el elemento central en las cosmogonías de importantes civilizaciones de lejanas latitudes como de las de nuestros antepasados directos.

### El Sol fuente de belleza e inspiración

El Sol con su maravillosa luz ha sido fuente de inspiración y alimento para el espíritu. Cuántas veces y en cuán diversas formas la poesía, la música, la pintura y todas las demás artes rinden homenaje a este gran actor y lo convierten en objeto de pleitesía. Ni se diga de la arquitectura, para la cual la luz solar, además de fuente de iluminación natural, se convierte en creadora de volúmenes, espacios y ambientes, en elemento que da vida a los muros y a las piedras.

Por último, no olvidemos que el Sol es también creador de sombras y que se aprovecha de éstas para guardar sus misterios.



Figura 1



Figura 2



Figura 3

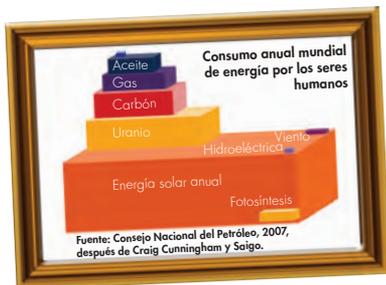


Figura 4

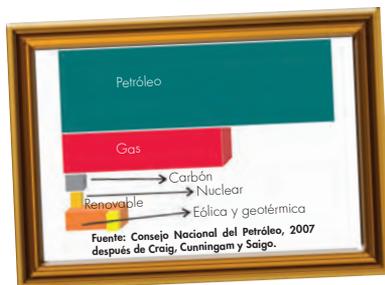
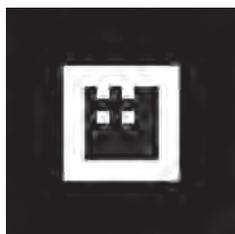


Figura 5



Figura 6



- Figura 1. Antiguo Colegio de San Idefonso
- Figura 2. Esquema que ilustra cómo puede 'meterse' al Sol al interior del Museo de la Luz
- Figura 3. La ecosfera en el Museo de la Luz
- Figura 4. La energía solar de la superficie y la atmósfera de la Tierra.
- Figura 5. Producción de energía primaria en México
- Figura 6. Panel fotovoltaico





Mercedes Carvallo\*

*La misión del Museo es ser un espacio de encuentro y convivencia para la niñez regiomonterreña, usando el juego y la interactividad como herramientas de aprendizaje para fomentar en todo visitante la responsabilidad ambiental para toda la vida.*

\*Asesora en el Papalote Verde Monterrey

# Papalote verde Monterrey:

## Un museo muy energético y alternativo



Con casi 20 años de experiencia, el Papalote Museo del Niño vuela hasta Monterrey con su exitoso modelo para transformarse en Papalote Verde, un museo interactivo enfocado a fomentar la cultura de la educación ambiental, en donde el tema de la generación y consumo responsable de la energía es de primerísima importancia, constituyéndose en uno de sus cinco ejes transversales junto con el suelo, el agua, el aire, y la biodiversidad.

Papalote Verde te invita a tocar, jugar y aprender del tema de la energía, que trae de cabeza a científicos y gobiernos de todo el planeta, en cada uno de sus cinco zonas temáticas: pertenezco, comunico, expreso, comprendo y soy.



### La zona temática

es tu entorno natural; por medio de sus manifestaciones te descubrirás como parte de éste, por lo que te invitaremos a com-

prometerte con su conservación y restauración. En la exhibición *Espacio de percepción natural* observarás cuatro ecosistemas en los cuales las plantas ocupan el papel central, al ser los únicos seres vivos capaces de transformar la energía del Sol —único insumo que recibe la Tierra del exterior— en biomasa que mantiene a todo el reino animal, del que nosotros formamos parte.

Acompáñanos a investigar la estructura del suelo: rascando un poquito podrás llegar a donde se genera la energía geotérmica, fuente renovable de gran magnitud que cada día más se posiciona como opción viable para generar energía limpia.

El viento es otro de los grandes protagonistas de esta zona. Desde tiempos muy antiguos el hombre aprendió a aprovechar su fuerza para mover embarcaciones y luego molinos. Grandes extensiones con turbinas eólicas se construyen en puntos estratégicos para beneficiarnos con esta fuente de energía no contaminante. Hoy, la energía eólica, por medio de generadores eólicos, y la solar, mediante paneles solares, son las fuentes energéticas alternativas por excelencia.



### En la zona temática

tendrás la oportunidad de preguntar a los expertos, utilizando las tecnologías de la información y la comunicación, todo lo que



se te ocurra respecto a lo que está sucediendo en materia energética en México y en el mundo. Para ello, en la *Sala de telepresencia* te conectas en tiempo real y comienzas a dialogar.

Si te gusta el periodismo, aprovecharás entonces la posibilidad de interpretar el papel de un reportero de televisión en el *Estudio de TV*. Gravar tu programa documental sobre las energías renovables para que llegue a todos los rincones del planeta, o entrar en la *Cabina de radio* y comunicarte con la audiencia para hacerle llegar tu mensaje de ahorro energético: ¡provoca el cambio que necesitamos!



### En la zona temática

hay muchas exhibiciones en donde descubrirás y desarrollarás tu creatividad para plasmar, a través de las herramientas del arte, tus ideas, sueños, preocupaciones y propuestas relacionadas con la crisis de los energéticos y el cambio climático. Dejarás volar tu imaginación, elegirás un material y expresarás tu idea en el *Gran estudio* o en el *Cuarto de luz*. Ahora bien, si no se te ocurre nada, o no eres muy bueno con el lápiz, podrás acercarte a las estaciones multimedia, participar y grabar tu experiencia energética con la naturaleza, inspirándote en las fotos y en los videos de sitios naturales, con paisajes espectaculares, que son verdaderas obras de arte.



### Es la zona temática

en donde la ciencia y la tecnología te ayudará a entender cómo funciona la naturaleza y a descubrirte capaz de comprender y emplear la ciencia en beneficio del planeta.



Maravíllate con la transformación casi mágica del viento en energía mediante una turbina eólica. Descubre en el *Laboratorio de experimentación* cómo se produce un biocombustible a partir de aceite vegetal. Si los microorganismos, desde hace millones de años, elaboran sus insumos energéticos, y las plantas transforman en biomasa la energía de la luz, no es posible que nosotros, seres inteligentes, no podamos generar energía que no dañe nuestro hogar ¿estás de acuerdo?

Pon en órbita un *Cohete de hidrógeno*. Oprime el botón en esta exhibición y separarás, mediante un proceso de electrólisis, el agua en sus componentes: hidrógeno y oxígeno. Los mezclarás en forma gaseosa y obtendrás el combustible que le ha permitido al hombre alcanzar el espacio exterior.

Otra fuente renovable de energía... adivina ¿cuál es el subproducto de la utilización de este proceso? ¡¡¡Agua!!! Podrás detener y soltar el agua, y moviendo los diques modificarás su curso en la exhibición *Presas y generación de energía*. Después de esta experiencia valorarás más el agua que obtienes con solo girar la llave del lavabo.

Todavía no te alejes de esta zona porque tendrás que visitar la exhibición *Energías renovables*, aquí investigarás las características de la energía solar exponiendo celdas fotovoltaicas —que se alborotan con la luz— a una fuente luminosa, o inyectarás aire a un aerogenerador, controlarás su intensidad y observarás lo que ocurre.

Una vez que hayas experimentado con distintas formas de energía renovable, y concientizado de la importancia de ahorrar energía para detener el deterioro ambiental, estarás listo para dárselo a conocer a todos tus contactos.



## En la zona temática

las experiencias están enfocadas de manera que nos reconozcamos como agentes de cambio, aquí te invitamos a hacer una visita al *Minisúper* y a las exhibiciones *Lo que necesitamos para vivir*, en donde podrás encontrar una oferta enorme de productos fabricados en estricto cumplimiento de los estándares de ahorro energético, tanto en sus procesos de elaboración como en su transporte.

Además, en la exhibición *Eficiencia energética/emisiones de CO<sub>2</sub>* que simula una central termoeléctrica, como visitante jugarás a utilizarla en beneficio propio. Dependiendo de cómo la administres, tomando decisiones acertadas, apreciarás qué cantidad de energía consumes y, a su vez, cómo se relaciona este consumo con las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas.

Ahora bien, es oportuno destacar que el propio proyecto arquitectónico del Papatote Verde es un ejemplo de energía sustentable congruente con la misión del propio museo. Será un edificio espectacular construido en casi 10,000 metros cuadrados de superficie, integrando dos naves "recicladas" del Parque Fundidora: la Nave Gasolina y la Nave Carpintería, en donde se instalarán las oficinas administrativas, el taller de mantenimiento, área de concesiones, taquillas y salón de fiestas.

El área nueva se instalará en tres niveles subterráneos con una profundidad aproximada de 17 metros que permitirá una integración total al paisaje nativo del Parque Fundidora emulando una madriguera; los gastos energéticos de control de temperatura se minimizarán, con ello se logrará un espacio acogedor en invierno y fresco en verano. La conexión entre las zonas será por medio de rampas que facilitarán el acceso a los visitantes con capacidades diferentes.

El edificio, desde su origen, observa estrictos criterios de sustentabilidad por el uso de materiales locales, la reducción de huella de carbono, consumo eficiente de agua y energía. Su diseño se rige con estrictos parámetros internacionales para lograr la certificación de *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED, Platino), "liderazgo en diseño energético y medioambiental", que lo convertirá en un edificio único en su giro en toda América Latina.

Y es que la energía... tiene que ver con todo.





Wilder Chicana Nuncebay\*  
Wendolyn Guerra Olea\*\*

El

# cielo de noviembre y diciembre

\*Astrónomo del Planetario Luis Enríque Erro

\*\*Especialista en ilustración Digital

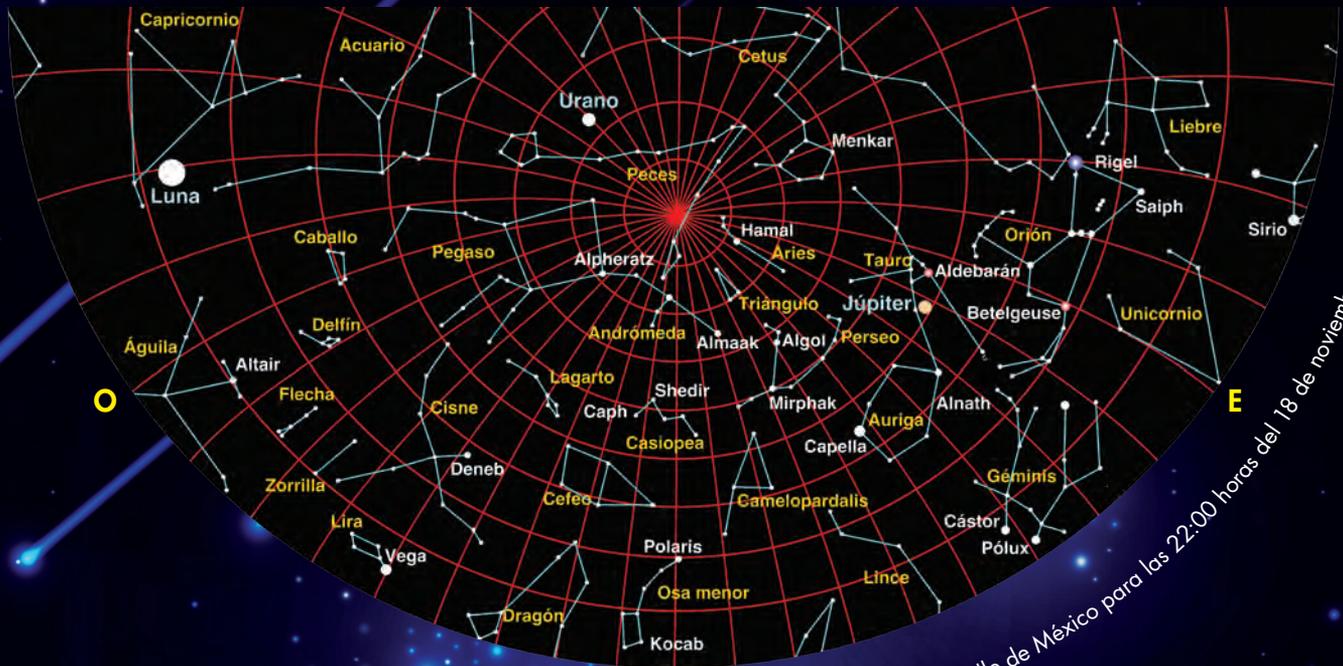
**P**ara los trasnochadores y amantes del cielo nocturno, noviembre y diciembre presentan eventos imperdibles: varias lluvias meteóricas, sobre todo, las notables Leónidas, un eclipse total solar (no visible desde México), un eclipse lunar penumbral (parcialmente visible desde México, únicamente durante la salida o puesta de la Luna), y también la esperada llegada del 21 de diciembre de 2012, fecha que marca el fin de la cuenta calendárica Maya y el inicio de un nuevo conteo. A los seguidores de esta sección les deseamos cielos despejados y que disfruten de un bello espectáculo nocturno.

## Noviembre

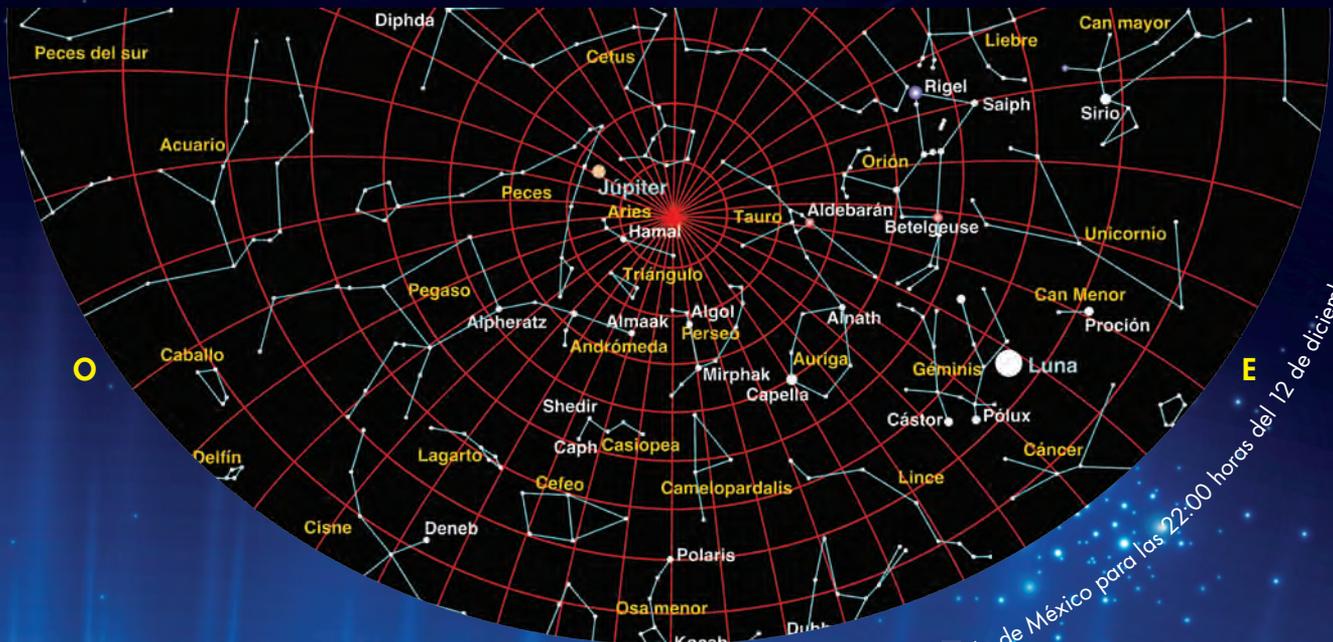
Día	Hora	Objeto celeste	Evento
2	15:29	Júpiter	0.62°N de la Luna
7	0:35	Luna	Cuarto menguante
11	19:03	Venus	5.41°N de la Luna
12	21:22	Saturno	4.15°N de la Luna
12	0:00	Constelación de Tauro	Lluvia de meteoros <i>táuridas</i>
13	22:11	Sol	Eclipse total de Sol. No visible desde México.
17	0:00	Constelación de Leo	Lluvia de meteoros <i>leónidas</i>
20	22:18	Luna	Fase cuarto creciente
21	0:00	Constelación de Monoceros (Unicornio)	Lluvia meteórica <i>alfa-monocéridas</i>
28	14:32	Luna	Eclipse penumbral

## Diciembre

Día	Hora	Objeto celeste	Evento
5	21:50	Mercurio	Máximo brillo
6	15:31	Luna	Fase de cuarto menguante
6	0:00	Constelación de la Popa	Lluvia de meteoros <i>púpidas</i>
10	14:08	Saturno	4.35°N de la Luna
12	19:55	Venus	6.50°N de la Luna
13	8:41	Luna	Fase de Luna nueva
14	0:00	Constelación de Géminis	Lluvia de meteoros <i>geminidas</i>
15	8:03	Marte	5.39°S de la Luna
20	5:18	Luna	Fase de cuarto creciente
21	11:11	Estación	Inicio del invierno
28	10:21	Luna	Fase de Luna llena



**N**  
 Vista de la bóveda celeste desde el Valle de México para las 22:00 horas del 18 de noviembre de 2012.



**N**  
 Vista de la bóveda celeste desde el Valle de México para las 22:00 horas del 12 de diciembre de 2012.



Fabián Quintana Sánchez\*

*El paso de la humanidad ha dejado profundas huellas en nuestro planeta. La tecnología se ha desarrollado con el objetivo, en la mayoría de los casos, de hacer más sencilla nuestras actividades cotidianas sin importar el desequilibrio que provoque en el medio ambiente. Incontables son las sustancias con las cuales hemos contaminado el aire, la tierra y el agua; elementos vitales para nuestra existencia.*

\*Periodista de Conversus

# Huellas tecnológicas

**H**agamos conciencia, la tecnología desde que surgió, producto de la imaginación e inventiva del hombre ha satisfecho sus necesidades, y a medida que éstas son mayores o, digamos, más complicadas se necesita crear otros productos acordes con el grado de complejidad requerido. Pero, ¿nos damos cuenta del daño que causamos por utilizar ciertos productos? Se ha pronosticado que de continuar con este desarrollo tecnológico no sustentable, llegaremos a la destrucción de lo que hoy conocemos como el planeta Tierra. ¡Lo estamos matando lentamente!

¿Cómo es posible que la tecnología sea dañina? El vertiginoso avance tecnológico está basado principalmente en la producción de aparatos electrónicos y eléctricos mediante el uso de materiales que —como el plomo, estaño, cadmio, cobre, antimonio, cobalto, oro, mercurio, níquel, zinc, bario y cromo— al ser desechados indiscriminadamente se convierten en altamente tóxicos para los seres humanos, las plantas y los animales. Es sabido que, la exposición continua a estos elementos tiene efectos negativos irreversibles en la salud de los seres vivos.

Con frecuencia nos hemos preguntado ¿a dónde van los controles remotos que no sirven, los móviles eléctricos de los pequeños, el viejo reproductor de música



portátil, la máquina de afeitar, la carcasa de tus gadgets, los teléfonos celulares, las impresoras, los monitores y las baterías que a diario desechamos por adquirir nuevos modelos, o porque ya están obsoletos y no nos brinda el servicio deseado? Hay que comprender que el problema de la renovación y la innovación es el desperdicio tecnológico; este mundo moderno electrónico lanza al mercado mensualmente cientos de artículos con menor sustentabilidad, pero con más memoria, más capacidad, más alcance, más batería... lo cual finalmente termina siendo más basura. Así, la basura electrónica o e-waste, como se dice en inglés, ¡realmente se ha convertido en un problema serio! Resultaría difícil determinar si la tecnología es buena o mala en función de los problemas antes citados; sin embargo, tenemos que aceptar que gracias a ésta y a la ciencia hemos sido capaces de crear y conocer maravillas que mejoran nuestra vida.

En México, somos muy pocos quienes estamos conscientes del peligro que representan los desechos tecnológicos provenientes principalmente de los *gadgets* electrodomésticos y de los equipos de cómputo en desuso. Los datos son claros, cada día la tecnología avanza y todos queremos tener el último y más actual de los dispositivos, lo que provoca mayor contaminación.

Sabías por ejemplo que, en la mayoría de los casos la "carcasa" de tu celular no es reciclable, o seguramente has leído de lo contaminante que son las pilas. Según datos del Gobierno del Distrito Federal solo cuatro de cada 10 pilas se depositan en un contenedor especial para su tratado y reciclaje, a pesar de que hace ya un par de años se instauraron cientos de contenedores en toda la ciudad.

Conscientes de este grave problema, algunas empresas como Marubeni Infotec, de origen japonés, crearon diversos dispositivos utilizando madera como carcasa; por ejemplo, han desarrollado un teclado de madera, memorias USB, ratones, reproductores de audio, teléfonos celulares y hasta un flexómetro de madera. La empresa española Olokuti ha lanzado al mercado mochilas solares que bien puedes adquirir en línea. Di-



cha idea representa una forma ideal de cargar tus gadgets aprovechando la energía solar. La batería una vez cargada es muy práctica ya que cuenta con adaptadores para que puedas cargar más de una ocasión todos los dispositivos que utilizas en tus labores diarias como el celular, la tableta, el reproductor de música, la laptop, entre

otros. La compañía californiana Ecomade diseñó el amplificador eco-amp, fabricado con materiales cien por ciento amigables para el medio ambiente, con forma sencilla y plana, y el usuario es quien lo ensambla. El eco-amp es fabricado con papel totalmente reciclado y su diseño plano permite que para guardarlo solo debas doblarlo, en lugar de arrugarlo, para ensamblarlo nuevamente en donde quieras. La empresa Ombrellone Solare ha diseñado una sombrilla poco convencional llamada Umbrosa, que además de proporcionar sombra en forma estética, cuenta con paneles solares que por la noche son empleados para alimentar una lámpara de leds que sirve de iluminación.

Como verás, no se necesita ser un héroe y morir como tal para contribuir a reducir la huella tecnológica, únicamente se necesita que cada uno hagamos conciencia del problema y que aportemos nuestro pequeño granito de arena. ¡Roma no se construyó en un solo día!

## Referencias

- <http://www.altonivel.com.mx/9133-top-ten-de-gadgets-ecologicos>.
- <http://www.olokuti.com/>
- <http://www.marubeni.com/>
- <http://www.ombrellonesolare.it/kosmos/>
- <http://www.eco-made.com/store/>





Daniel de la Torre\*

*A principio de los 80's, los científicos habían pasado 75 años soñando con obtener un superconductor que pudiera funcionar a temperaturas altas. Un superconductor es un material que no ofrece resistencia al flujo de una corriente eléctrica. Esta es una propiedad que muchos metales la tienen pero solo a temperaturas muy bajas, cercanas al cero absoluto. Si bien el progreso había sido muy lento, lograr aumentar apenas una fracción de grado fue suficiente para que la comunidad científica hiciera una fiesta.*

\*Divulgador científico del CeDiCyT.

Lo que más me apasiona de mi trabajo es...

# La *sorpresa*

*Cada vez que descubres algo nuevo e inesperado es una gran experiencia*

**S**in miedo a experimentar cosas diferentes, a Johannes Georg Bednorz y a Alexander Müller se les ocurrió una idea que parecía ir en contra de todo lo que hasta entonces se sabía: Buscar la superconductividad en materiales no metales. Al respecto, el doctor Bednorz recuerda: "Estábamos convencidos de que esto no era un disparate, había algo real en este modelo". Y por ello, ambos investigadores pasaron los tres años siguientes examinando materiales, intentando probar su hipótesis, hasta que en 1987 su creatividad y perseverancia dieron fruto al ser galardonados con el Premio Nobel de Física por descubrir la superconductividad en materiales cerámicos.

Cuando nos preguntamos cómo son los ganadores del Premio Nóbel, nos imaginamos a personas con características sobrehumanas, sin embargo el doctor Georg Bednorz no coincide con esta opinión y expresa: "Todo ser humano inicia su vida siendo un científico, siendo curioso, haciendo sus propios experimentos y acercándose al entorno. Dependiendo de la calidad y tipo de maestros que se tengan en la escuela, es como este científico se mantiene o desaparece". Y agrega: "Considero muy importante que durante tus años de escuela tengas profesores que no maten tu curiosidad".

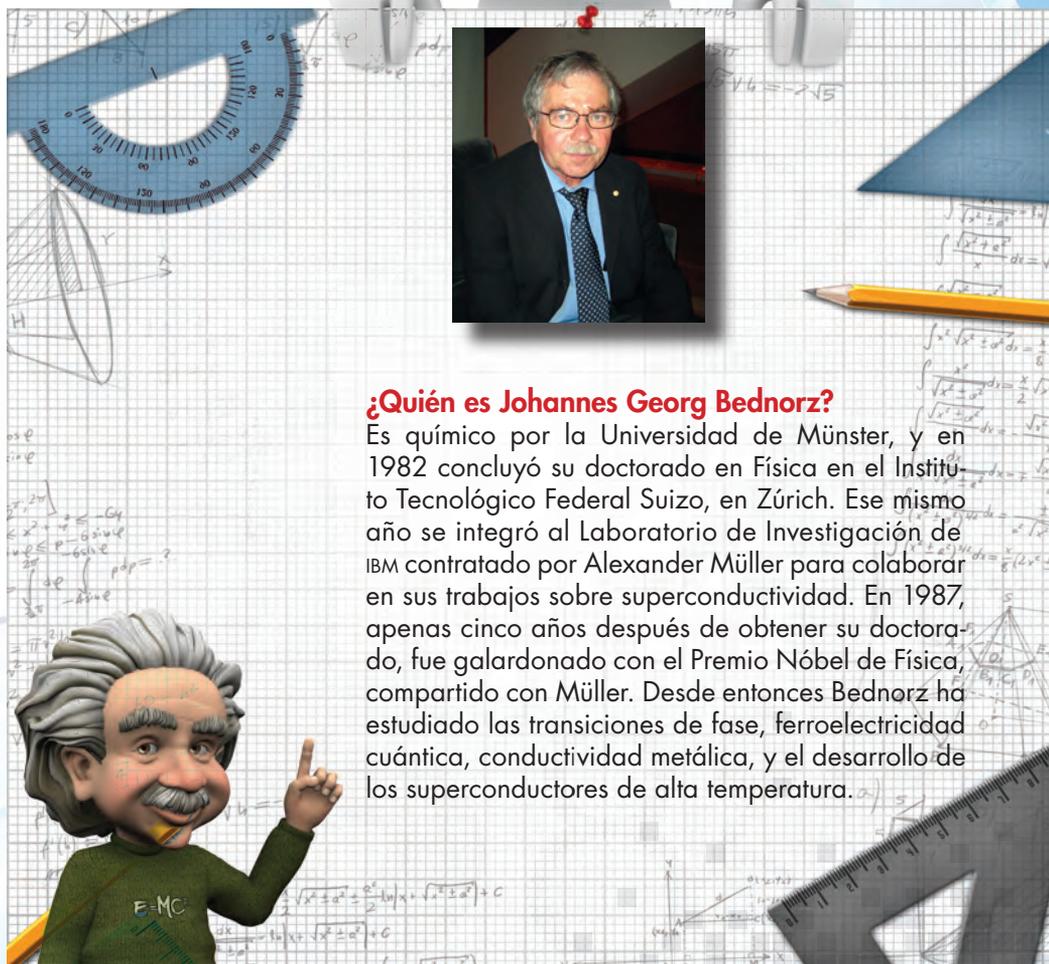
El doctor Georg Bednorz comenta que tuvo el apoyo de varios y muy buenos maestros que supieron encausar su creatividad y curiosidad científica. Los primeros fueron sus padres, un maestro de primaria y una profesora de piano, quienes afanosamente trataron de dirigir el interés del pequeño

Georg hacia la música clásica. Sin embargo el arte, en su infancia, resultaba un tanto aburrido, para una mente más interesada en las cosas prácticas de la vida cotidiana: "Prefería ayudar a mis hermanos a reparar sus motocicletas, que practicar los ejercicios de piano", recuerda Bednorz. Aun así, en su juventud le dedicó tiempo al violín y a la trompeta; fue justamente un maestro de arte quien más le motivó su curiosidad y creatividad.

Cuando ingresó a trabajar en los laboratorios de IBM en Suiza, como investigador, caracterizando materiales, se encontró con Alex Müller, quien no sólo fue su jefe en el laboratorio, sino su nuevo maestro. En esos días, los estudios sobre la superconductividad estaban en un "bache", muchos investigadores, frustrados por la falta de avances, consideraban abandonar este campo. No obstante, ello se convirtió en un aliciente para Bednorz y Müller,

quienes inmediatamente adoptaron como propio ese campo de la investigación científica. Al respecto nos comenta: "No estábamos seguros si este modelo sería exitoso. Estábamos probando algo que no era estándar, y a los ojos de algunos expertos podría parecer un disparate. Así que no le dijimos a nadie. De esta manera si nos equivocábamos nadie se daría cuenta".

"Todavía quedan muchas cosas por hacer", explica el doctor Bednorz: "La meta que uno debe mirar cuando se trabaja como investigador es el reconocimiento de tus padres". "Después de obtener el Premio Nobel dejé el campo de la superconductividad y elegí otra dirección, fue muy satisfactorio ver como varios colegas siguieron esta misma dirección, no porque yo sea un ganador del Nóbel, sino porque el campo que encontré es muy interesante".



**¿Quién es Johannes Georg Bednorz?**  
Es químico por la Universidad de Münster, y en 1982 concluyó su doctorado en Física en el Instituto Tecnológico Federal Suizo, en Zúrich. Ese mismo año se integró al Laboratorio de Investigación de IBM contratado por Alexander Müller para colaborar en sus trabajos sobre superconductividad. En 1987, apenas cinco años después de obtener su doctorado, fue galardonado con el Premio Nóbel de Física, compartido con Müller. Desde entonces Bednorz ha estudiado las transiciones de fase, ferroelectricidad cuántica, conductividad metálica, y el desarrollo de los superconductores de alta temperatura.



Jorge Rubio Galindo\*

\*Periodista científico de *Conversus*.

# Un mundo más agradable



**E**rika está feliz, acaba de cambiarse a una vivienda en una unidad habitacional, cerca de la Sierra de Guadalupe. Desde la ventana de su sala se observa el verde intenso de la vegetación y la barda perimetral que contiene a las casas construidas en las faldas del cerro. Hoy se reunieron los vecinos con la empresa que administra el mantenimiento de las áreas comunes de la unidad. En esta asamblea, a la que acudió Erika con sus papás, la empresa comentó que, en breve, los propietarios de las viviendas se harán cargo de los gastos del mantenimiento. Cuando Erika le platicó a Luis, su amigo de la prepa, sobre esta reunión, él le comentó que el reto será entonces hacer sustentable la unidad.

Ella se quedó pensando antes de responder. —Para mi, sustentabilidad se refiere únicamente a mantener la diversidad y productividad en sistemas biológicos como bosques, selvas o costas durante un tiempo determinado.

—Pues no, Erika, contestó enfático Luis. La sustentabilidad también se refiere al mantenimiento de las viviendas, los jardines, el alumbrado, las tuberías de agua potable y de desecho, al manejo de la basura y, sobre todo, a la relación de un asentamiento urbano con su entorno ecológico.

—¿Su entorno ecológico?

—Sí, Erika. Los habitantes de la unidad en donde vives consumirán recursos como agua, energía eléctrica y alimentos, entre otros. Al mismo tiempo que generarán basura y aguas negras cerca del entorno ecológico de la Sierra de Guadalupe.

—Explícate Luis.

—Tú sabes que en la Sierra de Guadalupe existe un ecosistema de plantas y animales en equilibrio que se mantuvo estable hasta que se comenzó a deforestar para construir viviendas. Por eso, tuvo que levantarse una barda perimetral para impedir que los vecinos continuaran construyendo, y con esto se evitó el colapso de un sistema ecológico que proporciona al mismo tiempo oxígeno y humedad.

—Ahora con la construcción de viviendas en forma ordenada, además de reducir el deterioro del entorno, se contribuye a mejorar la sustentabilidad con medidas familiares y colectivas. Por ejemplo, se puede economizar el consumo de agua y de energía con la instalación de sanitarios ahorradores, calentadores solares, con la construcción de una represa de captación de lluvia y una planta de tratamiento de aguas negras. También con la separación y reciclaje de la basura, y algo muy importante, la concientización y participación vecinal en campañas de reforestación y de cuidado de la fauna de la zona boscosa.

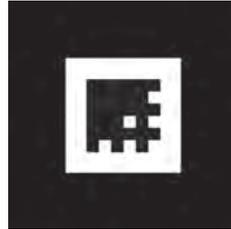
—Tienes razón Luis, con estas medidas nuestra convivencia con el entorno será más armoniosa y lograremos una comunidad más agradable y sustentable para nosotros y para los que vendrán.



# Energías Sustentables



Carlos Gutiérrez Aranzeta\*



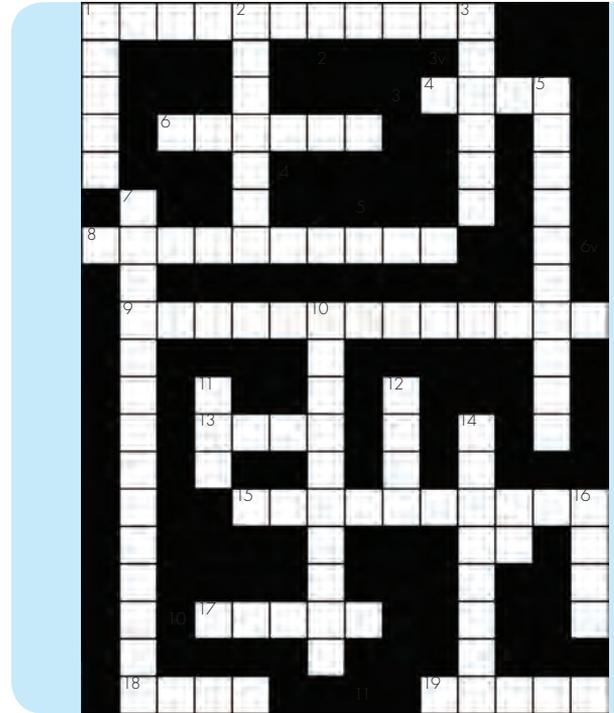
\*Escritor y divulgador científico, con la colaboración de Primo Alberto Calva, Investigador y divulgador científico.

## Horizontales

1. Esta energía se puede obtener de maneras naturales, prácticamente infinitas, como el Sol, el aire, la lluvia y el agua.
4. La energía undimotriz es la generada por el movimiento de las \_\_\_\_\_.
6. Esta energía renovable es transportada por las olas del mar, las mareas, la salinidad y las diferencias de temperatura del océano.
8. Se trata de una energía renovable y limpia, de alto rendimiento energético, que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua, saltos de agua y mareas.
9. Es la impregnación del aire, del agua o el suelo por productos que afectan la salud del ser humano y su calidad de vida, así como el funcionamiento natural de los sistemas.
13. La energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de \_\_\_\_\_ que se desplazan de áreas de alta presión atmosféricas hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales al gradiente de presión.
15. Esta energía se manifiesta por medio de procesos geológicos como volcanes en sus fases póstumas, los géiseres que expulsan agua caliente y las aguas termales.
17. Esta energía procede de la biomasa obtenida hace millones de años, y ha sufrido grandes procesos de transformación hasta la formación de sustancias de gran contenido energético como el carbón, el petróleo o el gas natural. No es un tipo de energía renovable.
18. El término eólico viene del latín Aeolicus, perteneciente o relativo a \_\_\_\_\_, dios de los vientos en la mitología griega.
19. La energía geotérmica es la energía que puede obtenerse mediante el aprovechamiento del \_\_\_\_\_ del interior de la Tierra.

## Verticales

1. Es la energía obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol.
2. A través de la fotosíntesis las plantas capturan la \_\_\_\_\_ del sol.



3. Esta energía procede de la energía del Sol, ya que son los cambios de presiones y de temperatura en la atmósfera los que hacen que el aire se ponga en movimiento, provocando el viento, que los aerogeneradores aprovechan para producir energía eléctrica.
5. Son las energías que se obtienen de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contiene o porque son capaces de regenerarse por medios naturales (aparece invertida).
7. Es combustible de origen biológico obtenido de manera renovable a partir de restos orgánicos. Estos restos orgánicos proceden habitualmente del azúcar, trigo, maíz o semillas oleaginosas.
10. Esta energía es la producida por el movimiento de las aguas del mar por las subidas y bajadas de las mareas, así como por las olas que se originan en la superficie del mar por la acción del viento.
11. Por la acción del Sol y la Luna se producen tres tipos de fenómenos que son aprovechados para obtener la energía del \_\_\_\_\_. Las mareas, las olas y las diferencias de temperatura.
12. Esta mezcla al moverse se denomina viento, utilizado para mover grandes molinos que pueden producir electricidad.
14. La energía azul o potencia \_\_\_\_\_ es la energía obtenida por la diferencia en la concentración de la sal entre el agua de mar y el agua de río. Esta fuente de energía renovable presenta un gran potencial en regiones con ríos caudalosos.
16. El \_\_\_\_\_ es un reservorio de energía en forma de calor ya que retiene una parte de la energía calorífica que le llega de la radiación solar.

# CIENCIA en CUADRITOS



por Isaura Fuentes-Carrera (ESFM)

DICEN POR AHÍ QUE NOS ESTAMOS QUEDANDO SIN PETRÓLEO

¿qué? ¿sin petróleo?

NOOOOO...

Y ASÍ ES. EL PETRÓLEO ES UN RECURSO NO RENOVABLE

Es decir que cuando se acaba se acaba

ESO TIENE QUE VER CON LA MANERA EN QUE SE "HACE" EL PETRÓLEO.

Ah, oh, creo que nos equivocamos de camino

Ahhh...

EL PETRÓLEO ES PRODUCTO DE LA TRANSFORMACIÓN DE RESTOS DE ALGAS Y PLANCTON DURANTE MILLONES DE AÑOS.

Es decir, que no se formó luego-luego

Hubo que esperar mucho tiempo para tener el petróleo que usamos ahora.

CONSIDERANDO QUE LOS COCHES, LOS AVIONES, LOS BARCOS, LAS FÁBRICAS Y MUCHAS OTRAS COSAS FUNCIONAN CON PETRÓLEO, EL DÍA QUE SE ACABE HABRÁ LO QUE SE CONOCE COMO "CRISIS ENERGÉTICA"

Y COMO PARA ESO NO FALTA MUCHO, SE DEBEN CONSIDERAR OTRAS FORMAS DE ENERGÍA

¡Energías que no se acaben nunca!

BUENO, QUIZÁS "NUNCA" ES DEMASIADO CONTUNDENTE

PERO POR LO MENOS INAGOTABLES A ESCALAS HUMANAS. A ESAS ENERGÍAS SE LES LLAMA ENERGÍAS RENOVABLES

Mucho dinero

Y SE PUEDEN OBTENER DE LAS MANERAS MÁS INSÓLITAS

DEL VIENTO PUEDE OBTENERSE ENERGÍA EÓLICA

Que utiliza al viento para mover las aspas y generar energía eléctrica

Eolo, señor de los vientos (según los antiguos griegos)

EL SOL PUEDE PRODUCIR ELECTRICIDAD USANDO CELDAS FOTOVOLTAICAS QUE TRANSFORMAN LOS FOTONES, ES DECIR LA LUZ QUE LLEGA DEL SOL, EN UN FLUJO DE ELECTRONES, ES DECIR EN CORRIENTE ELÉCTRICA

fotón solar celda fotovoltaica electrones en movimiento (corriente eléctrica)

El sol también puede calentar agua

Cosa que también puede hacer el interior de la Tierra

geiser

A LA ENERGÍA QUE APROVECHA EL CALOR AL INTERIOR DE LA TIERRA SE LE LLAMA ENERGÍA GEOTÉRMICA

corteza terrestre agua magma (fuente de calor)

CUIDADO: ESTE DIBUJO NO ESTÁ A ESCALA

EL AGUA TAMBIÉN PRODUCE ENERGÍA: ENERGÍA HIDRÁULICA CUANDO SE USAN CORRIENTES Y CAÍDAS DE AGUA; ENERGÍA MAREOMOTRIZ QUE APROVECHA LAS MAREAS; ENERGÍA UNDIMOTRIZ PRODUCIDA POR EL MOVIMIENTO DE LAS OLAS...

Luna Tierra

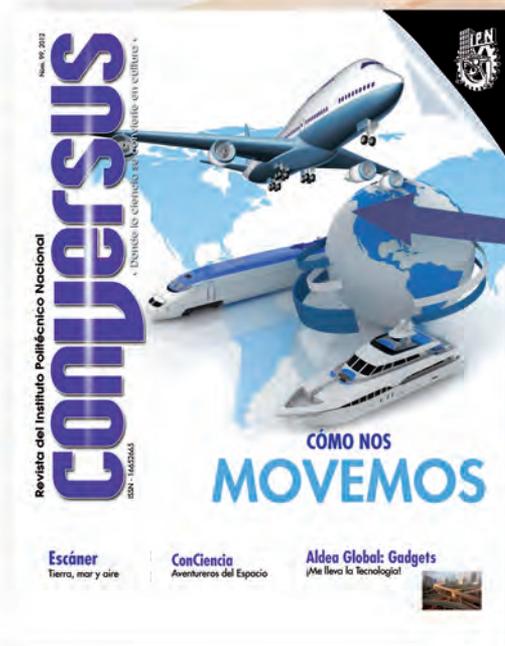
Hay energías renovables para todos los gustos

ESO SÍ, RENOVABLE O NO, EL USO DE CUALQUIER TIPO DE ENERGÍA DEBE SER RESPONSABLE

y buscar que beneficie a todos.

FIN 11/12

# Síguenos...



## En nuestro siguiente número

Te invitamos a seguirnos por tierra, mar y aire, ya que avanzaremos a través de las vías del transporte terrestre, flotaremos por la vastedad del océano, nos aventuraremos a volar en avión y llegaremos hasta explorar las posibilidades de que algún día podamos hacer turismo espacial. Así que... ¡ven con nosotros a viajar en nuestro próximo número de Conversus!: **Cómo nos movemos.**



Instituto Politécnico Nacional  
Secretaría de Servicios Educativos  
Centro de Difusión de Ciencia y Tecnología



**MUSEO  
TEZOZÓMOC**

# Ven y vive la energía en acción

**Visitas y recorridos:** Las visitas al Museo Tezozómoc podemos hacerlas de manera individual o grupal, programadas o espontáneas ya que abre sus puertas de lunes a viernes de 9 a 18 horas y, los fines de semana, así como los días festivos, de 10 a 17 horas.

**Lugar de encuentro:** Av. Zampoaltecas s/n, Esq. Av. Manuel Salazar, Exhacienda el Rosario, Delegación Azcapotzalco, México D. F., C. P. 02420.  
Tel. (55) 57 29 60 00 Extensión: 64817. Correo electrónico: cdc@ipn.mx



Revista del Instituto Politécnico Nacional

**CONVERSUS**  
• Donde la ciencia se convierte en cultura •

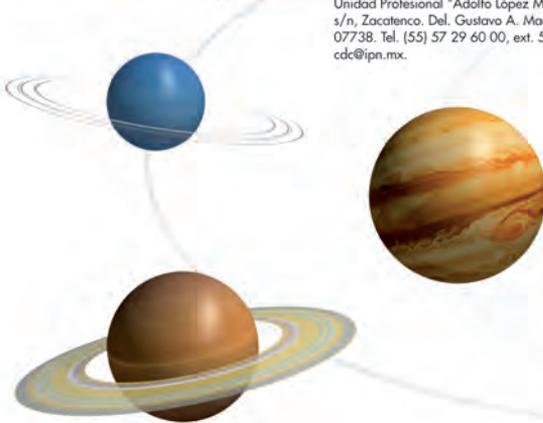
*¡Ya puedes suscribirte!*  
[conversus@ipn.mx](mailto:conversus@ipn.mx)



# Ven y vive la astronomía en acción

**Visitas y recorridos:** Las visitas pueden ser programadas o espontáneas ya que abre sus puertas de martes a domingos en horario de 10 a 19 horas.

**Lugar de encuentro:** Unidad Profesional "Adolfo López Mateos", Av. Wilfrido Massieu s/n, Zacatenco. Del. Gustavo A. Madero. México, D.F. C.P. 07738. Tel. (55) 57 29 60 00, ext. 53907. Correo electrónico: cdc@ipn.mx.



Oportunidad  
Renovada



[www.cedicyt.ipn.mx](http://www.cedicyt.ipn.mx)



**GOBIERNO  
FEDERAL**

**SEP**

